

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
UNAN- MANAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO "RUBEN DARIO"
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION

MAN=1251

| | |
|--|-----------------|
| Biblioteca Central "Salomon de la Selva" | |
| UNAN-Managua | |
| Fecha de Ingreso | 25/1/16 |
| Comprado: | Da x Goytaveano |
| Precio: CS | US |
| Registro No. | 77282 |



Escaner no sirve
el CD-Rom ✓

SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
TÉCNICO SUPERIOR EN CONSTRUCCIÓN.

MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTOS
DE CARRETERAS DE CONCRETO HIDRÁULICO

UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA

(TRAMO MERCADO MAYOREO- VILLA DIGNIDAD) COMO
MODELO.

Elaborado por:

- ✚ Br. Sara Tamara Gómez Maradiaga.
- ✚ Br. Marcus Vinicio González Matamoros.

SH
TSCONT
378.242
Gom
2016

Tutor:

- ✚ Msc.Ing. Hector Mayorga Pauth .

Managua, 15 de enero de 2016

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
UNAN- MANAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO "RUBEN DARIO"
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION

MAN=1251

| | |
|--|-------------------|
| Biblioteca Central "Salomon de la Selva" | |
| UNAN-Managua | |
| Fecha de Ingreso | 25/1/16 |
| Comprado: | Da x Contrivencia |
| Precio: CS | US |
| Registro No. | 77282 |



Escaner no sirve
el CD-Rom ✓

SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
TÉCNICO SUPERIOR EN CONSTRUCCIÓN.

MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTOS
DE CARRETERAS DE CONCRETO HIDRÁULICO

UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA

(TRAMO MERCADO MAYOREO- VILLA DIGNIDAD) COMO
MODELO.

Elaborado por:

- ✚ Br. Sara Tamara Gómez Maradiaga.
- ✚ Br. Marcus Vinicio González Matamoros.

SM
TSCONT
378.242
Gom
2016

Tutor:

- ✚ Msc.Ing. Hector Mayorga Pauth .

Managua, 15 de enero de 2016

| | |
|---|-------|
| 2.6. Diseño De Losa | 24 |
| 2.6.1. Método De Diseño PCA (Método De La Asociación de cemento portland) | 24 |
| 2.6.2. Método De Diseño A.A.S.H.T.O..... | 24 |
| 2.6.3. Comparación Del Metodo PCA Y A.A.S.H.T.O | 25 |
| 2.7. Pavimento De Concreto Hidráulico | 25 |
| 2.7.1. Definición | 25 |
| 2.7.2. Los Elementos Que Conforman Un Pavimento Rígido | 26 |
| 2.8. Características Del Pavimento De Concreto Hidráulico | 26-27 |
| 2.9. Factores Que Influyen En El Desempeño De Los Pavimentos | 27-28 |
| 2.10. Tipos De Pavimento De Concreto Hidráulico | 29 |
| 2.10.1. Pavimentos De Concreto Hidráulico Simple..... | 29 |
| 2.10.2. Pavimentos De concreto Hidráulico Con Refuerzo De Acero..... | 29 |
| 2.10.3. Pavimentos De concreto Hidráulico Simple..... | 29 |
| 2.10.4. Pavimentos De concreto Hidráulico Con Refuerzo De Acero..... | 30-31 |
| 2.10.5. Pavimentos De concreto Hidráulico Con Refuerzo Continuo..... | 32 |
| 2.10.6. Pavimentos De concreto Hidráulico Pre O Pos tensado | 32 |

CAPITULO III

| | |
|--|-------|
| 3. TIPOS DE DAÑOS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS | 34 |
| 3.1. Juntas | 34 |
| 3.1.1. Deficiencias Del Sellado..... | 34 |
| 3.1.2. Juntas Saltadas..... | 35 |
| 3.1.3. Separación De La Junta Longitudinal..... | 36 |
| 3.2. Grietas..... | 37 |
| 3.2.1. Grietas De Esquina | 37 |
| 3.2.2. Grietas Longitudinales..... | 38 |
| 3.2.3. Grietas Transversales..... | 39 |
| 3.3. Deterioro Superficial | 40 |
| 3.3.1. Fisura miento Por Retracción (Tipo Malla) | 40 |
| 3.3.2. Desintegración..... | 41 |
| 3.3.3. Baches | 42 |
| 3.4. Otros Deterioros | 43 |
| 3.4.1. Levantamiento Localizado..... | 43 |
| 3.4.2. Escalonamiento De Juntas Y Grietas | 44 |
| 3.4.3. Descenso De La Berma | 45 |
| 3.4.4. Separación Entre Berma Y Pavimento | 46 |
| 3.4.5. Parches Deteriorados..... | 47-48 |
| 3.4.6. Surgencia De Finos..... | 48 |

| | |
|------------------------------------|----|
| 3.4.7. Fragmentación Múltiple..... | 49 |
|------------------------------------|----|

CAPITULO IV

| | |
|--|-----------|
| 4. NOTAS GENERALES DE CONSTRUCCION UTILIZADA EN EL PROYECTO PISTA LARREYNAGA..... | 51 |
| 4. Notas Generales De Construccion Utilizadas En El Proyecto Pista Larreynaga | 51-52 |
| 4.1. Observacion de campo..... | 53-67 |
| 4.2 Etapas Y Sub-Etapas..... | 68 |
| 4.2.1. Etapas Preliminares..... | 68 |
| 4.2.2. Limpieza Inicial..... | 68 |
| 4.2.3. Trazo Y Nivelacion | 68-69 |
| 4.2.4. Obras Pre-Liminares..... | 69 |
| 4.2.5. Rotulo..... | 69 |
| 4.2.6. Demoliciones..... | 69 |
| 4.2.7. Trazo Y Nivelacion MI..... | 70 |
| 4.2.8. Replanteo Topografico | 70 |
| 4.2.9. Movilizacion Y Desmovilizacion..... | 70 |
| 4.3. Movimiento De Tierra | 70 |
| 4.3.1. Movimiento De Tierra | 70 |
| 4.3.2. Acarreo De Materiales..... | 70 |
| 4.3.3. Cortes..... | 71 |
| 4.3.4. Rellenos..... | 71 |
| 4.3.5. Cortes Y Rellenos Compensados | 71 |
| 4.3.6. Conformacion Y Compactacion | 71 |
| 4.3.7. Botar Tierra Sobrante De La Excavacion..... | 71 |
| 4.3.8. Revestimiento (Base-Sub.Base)..... | 71 |
| 4.3.9. Explotacion De Bancos..... | 71-72 |
| 4.3.10. Geotela..... | 72 |
| 4.3.11. Carpeta De Rodamiento..... | 72 |
| 4.4. Bases Y Sub-Bases | 72 |
| 4.4.1. Base De Agregados Naturales..... | 72 |
| 4.4.2. Dispositivos De Drenaje..... | 72 |
| 4.5. Equipos Utilizados En El Proyecto Pista Larreynaga..... | 73-74 |
| 4.6. Equipos Utilizados..... | 74-80 |
| 4.7. Especificaciones generales para la consrtuccion de puentes,calles y caminos (NIC-2000)..... | 81-82 |

CAPITULO V

| | |
|---|-----------|
| 5. MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA CARRETERAS DE PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO | 84 |
| 5.1. Preparacion Del Terreno | 84 |
| 5.1.1. Drenaje | 84 |
| 5.1.2. Sub-Rasante | 85 |
| 5.1.3. Sub-Base | 85 |
| 5.1.4. Colocacion De Formaletas Fijas | 85 |
| 5.1.5. Colocacion De Las Canastillas Con Dovelas..... | 86 |
| 5.1.6. Colocacion De Barras De Amarre Y Acero De Refuerzo | 87-89 |
| 5.2. Elaboracion De Concreto Hidraulico | 89 |
| 5.2.1. Elaboracion De Concreto Hidraulico..... | 89 |
| 5.3. Transporte..... | 90-91 |
| 5.3.1. Descarga..... | 91 |
| 5.3.2. Descarga Frontal..... | 91 |
| 5.3.3. Descarga Lateral..... | 91 |
| 5.4. Colocacion Y Consolidacion Del Concreto | 91 |
| 5.4.1. Consolidacion..... | 91 |
| 5.4.2. Cimbrado Del Pavimento | 91-92 |
| 5.4.3. Colocado Del Pavimento | 92 |
| 5.4.4. Vibrado Y Perfilado | 93 |
| 5.4.5. Conformacion De La Losa | 94-95 |
| 5.5. Nivelacion O Enrasado | 96 |
| 5.6. Acabado Y Texturizado | 96 |
| 5.6.1. Flotado O Aplanado..... | 96 |
| 5.6.2. Juntas | 97 |
| 5.6.3. Texturizado..... | 98 |
| 5.6.4. Micro-Texturizado..... | 99 |
| 5.6.5. Macro-Texturizado | 100 |
| 5.7. Curado | 100 |
| 5.7.1. Aplicación De Membrana De Curado | 100-101 |
| 5.8. Corte Y Sello De Juntas | 102 |
| 5.8.1. Corte De Juntas | 102-106 |
| 5.8.2. Limpieza Y Sello De Juntas..... | 106-109 |
| 5.9. Apertura Al Trafico | 110 |
| 5.10. Control De Calidad Del Concreto Durante Proceso De Pavimentacion | 110 |
| 5.10.1. Frecuencia De Muestreo..... | 110 |
| 5.10.2. Muestreo Del Concreto Fresco | 110-111 |
| 5.10.3. Revenimiento | 111-112 |
| 5.10.4. Temperatura Del Concreto Fresco | 112 |
| 5.10.4.1. Tasa De Evaporacion..... | 112-114 |

| | | |
|---------|--|---------|
| 5.10.5. | Masa Volumetrica | 114-115 |
| 5.10.6. | Contenido De Aire | 115-118 |
| 5.10.7. | Tipos De Muestra Elaborada En El Proyecto..... | 118 |

| | |
|-----------------------------|----------------|
| CONCLUSIONES..... | 119 |
| RECOMENDACIONES..... | 120 |
| BIBLIOGRAFIAS..... | 121-123 |
| ANEXOS..... | 124-150 |

INDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1. Ubicación aérea de la primera etapa..... | 13 |
| Ilustración 2. Ubicación aérea de la segunda etapa..... | 13 |
| Ilustración 3. Concreto Premezclado..... | 19 |
| Ilustración 4. Módulo de reacción K..... | 20 |
| Ilustración 5. Estructura del pavimento de concreto Hidráulico y pavimento asfáltico. | 21 |
| Ilustración 6. Formulación vigente para PCH (pavimento de concreto hidráulico) | 25 |
| Ilustración 7. Esquemas del comportamiento de Pavimentos. | 26 |
| Ilustración 8. Sin elementos de transferencias de carga. | 29 |
| Ilustración 9. Elementos de transferencias de carga o Pasadores. | 30 |
| Ilustración 10. Pavimentos de concreto con refuerzo De acero no estructural. | 31 |
| Ilustración 11. Pavimentos de concreto con refuerzo De acero estructural. | 31 |
| Ilustración 12. Pavimentos de concreto hidráulico Con refuerzo continuo. | 32 |
| Ilustración 13. Deficiencia del sellado. | 35 |
| Ilustración 14. Juntas saltadas. | 36 |
| Ilustración 15. Separación de la junta longitudinal..... | 37 |
| Ilustración 16. Grietas de esquinas | 37 |
| Ilustración 17. Grietas longitudinales | 38 |
| Ilustración 18. Grietas transversales | 40 |

| | |
|---|----|
| Ilustración 19. Fisura miento por retracción (tipo malla)..... | 41 |
| Ilustración 20. Desintegración..... | 42 |
| Ilustración 21. Baches..... | 43 |
| Ilustración 22. Levantamiento localizado | 44 |
| Ilustración 23. Escalonamientos de juntas y grietas. | 45 |
| Ilustración 24. Descenso de la berma. | 46 |
| Ilustración 25. Separación entre berma y pavimento..... | 47 |
| Ilustración 26. Parches deteriorados..... | 48 |
| Ilustración 27. Sugerencia de finos..... | 49 |
| Ilustración 28. Fragmentación múltiple..... | 49 |
| Ilustración 29. Dados de cemento..... | 56 |
| Ilustración 30. Sección antes y después del cauce..... | 56 |
| Ilustración 31. Utilización de la estación total..... | 57 |
| Ilustración 32. Bordillos y muros de contención..... | 58 |
| Ilustración 33. cargafor frontal y camión de acarreo..... | 59 |
| Ilustración 34. Mallas electro soldadas 6X 2.35 m..... | 60 |
| Ilustración 35. Material selecto banco los Martínez..... | 61 |
| Ilustración 36. Motoniveladora se atascó en el cauce natural..... | 62 |
| Ilustración 37. Desechos en el cauce..... | 63 |
| Ilustración 38. Chorreado del concreto..... | 63 |
| Ilustración 39. Filtración del agua..... | 65 |
| Ilustración 40. Colocación de formaletas..... | 66 |
| Ilustración 41. Corte del concreto..... | 66 |
| Ilustración 42. bodega..... | 67 |
| Ilustración 43. Material mixto..... | 67 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 44. Compactadora Caterpillar CS-563. | 75 |
| Ilustración 45. Motoniveladora Caterpillar MUTH-12G. | 76 |
| Ilustración 46. Cargador Frontal XCMC ZL30G. | 77 |
| Ilustración 47. Retroexcavadora Komatsu PC-200..... | 78 |
| Ilustración 48. Topadora Dozer CAT-D6M..... | 79 |
| Ilustración 49. Camiones de carga. | 80 |
| Ilustración 50. Cisterna Ford. | 80 |
| Ilustración 51. Colocación de formaletas fijas..... | 85 |
| Ilustración 52. Juntas en el concreto..... | 86 |
| Ilustración 53. Formaletas con agujeros para colocación De barra de amarre | 88 |
| Ilustración 54. Mallas de acero de refuerzo en Losas de forma irregular. | 89 |
| Ilustración 55. Transporte del concreto en camión mezclador..... | 90 |
| Ilustración 56. Cimbrado del pavimento | 92 |
| Ilustración 57. Colado del pavimento. | 93 |
| Ilustración 58. Vibrador para consolidación de concreto. | 94 |
| Ilustración 59. Regla vibratoria tipo cercha | 95 |
| Ilustración 60. Rodillo vibratorio. | 95 |
| Ilustración 61. Pavimentadora de formaleta deslizante. | 96 |
| Ilustración 62. Flotado de la superficie. | 97 |
| Ilustración 63. Rebordeo de juntas. | 98 |
| Ilustración 64. Texturizado del concreto. | 99 |
| Ilustración 65. Micro texturizado del concreto | 99 |
| Ilustración 66. Macro-texturizado..... | 100 |

| | |
|--|-----|
| Ilustración 67. Colocación de compuesto formador | |
| De membrana para el curado del concreto. | 101 |
| Ilustración 68. Corte de juntas | 103 |
| Ilustración 69. Junta de dilatación..... | 104 |
| Ilustración 70. Junta de construcción. | 105 |
| Ilustración 71. Juntas de retracción..... | 105 |
| Ilustración 72. Juntas transversales. | 106 |
| Ilustración 73. Sello líquidos. | 109 |
| Ilustración 74. Sellos elastómeros preformados | 109 |
| Ilustración 75. Cono de Abraham..... | 111 |
| Ilustración 76. Método de presión para medir el aire. | 116 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Cronograma de ejecución físico. | 15 |
| Tabla 2. Cronograma de ejecución financiera. | 15 |
| Tabla 3. Cronograma de ejecución financiera. | 16 |
| Tabla 4. Dimensiones comunes en dovelas. | 87 |

ABREVIATURAS UTILIZADAS EN ESTE SEMINARIO

ALMA: Alcaldía de Managua

ENACAL: Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados

ASTM: Organización Autónoma con el nombre de **American Society for Testing Materials** Sociedad americana para pruebas y materiales.

ASTM C-150 : Normas de Especificación Normalizada para Cemento Portland

ASTM N.A-615: Normas para barras de acero al carbono lisas y corrugadas para refuerzo de concreto en tramos cortados y rollos.

A.A.S.H.T.O 1992: La Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes o por sus siglas en inglés AASHTO, de American Association of State Highway and Transportation Officials,

ACI.318-83: Reglamento de las construcciones de concreto reforzado

PSI: La libra-fuerza por pulgada cuadrada, más conocida como **PSI**

NIC-2000 : Especificaciones Generales Para La Construcción De Caminos, Calles Y Puentes.

Módulo de reacción K: módulo de reacción ó coeficiente de Balasto. (K), determinación de las características de la curva carga contra deformación del suelo.

Br. Bachiller.

INCYC. Instituto Nicaragüense del cemento y del concreto.

MR. Módulo de ruptura.

INTA. Instituto de tecnología agropecuaria.

Veh. Vehículos.

M-MMP. Método de muestreo y pruebas de materiales.

MTI. Ministerio de transporte e infraestructura.

PCA. Método de la asociación de cemento portland.

PCH. Pavimento de concreto hidráulico.

Mpa. Mega Pascales.

ACI. Instituto americano del concreto.

PROCTOR STÁNDAR : ensayo de compactación proctor.

DEDICATORIA

Le dedico Primeramente a DIOS por permitirme llegar a este momento tan especial de mi vida, por los triunfos y los momentos difíciles que me ha enseñado a valorarlo cada día más que me ha dado fortaleza de seguir adelante para continuar y culminar mis estudios a lo largo de la carrera.

A mi madre LORGIA MARISELA MARADIAGA CABRERA que le debo toda mi vida, por brindarme cariño, amor y comprensión, que me ha sabido formar con buenos valores, hábitos y educación, lo cual me ha ayudado a salir adelante siempre buscando el buen camino para convertirme en una profesional a pesar de las adversidades que se nos ha presentado durante el trayecto de nuestra vida que ha sabido guiarme para culminar mi carrera.

A mi padre ARLIN MENESES por el sacrificio de su trabajo en mi educación y formación a pesar de la distancia que me ha sabido aconsejar a lo largo de la vida.

A mis abuelos SONIA CABRERA y ALFREDO MAIRENA que han sido como mis segundos padres que siempre ha confiado en mí, guiándome en el trayecto de mi vida y apoyándome de una manera incondicional en mis estudios.

A mi hermana que me ha apoyado infinitamente en cualquier momento.

A mi familia que me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo los momentos buenos y difíciles de mi vida.

BR. SARA TAMARA GOMEZ MARADIAGA.

A Dios padre, por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida, por darme la paciencia la sabiduría y la fortaleza de seguir adelante y nunca mirar atrás, por darme la fuerza para salir de mis dificultades y por estar siempre conmigo en cada momento de mi vida a la vez por permitirme nacer en una familia unida llena de buenos principios y valores que día a día me han hecho la persona que soy hoy, a través de su apoyo incondicional y sus buenos consejos.

En memoria de mi abuela Julia Mirthala Molina Arceyuth por brindarme su apoyo incondicional y por creer en mí siempre a pesar de las adversidades de la vida, por sus consejos y darme la fuerza para creer en mí mismo, de lo que puedo ser y capaz de lograr.

En memoria de la Sra. Consuelo Gómez por darme la oportunidad, de formar parte de su familia y brindarme el apoyo como madre para superarme en la vida en el año más difícil fuera de casa.

A mis padres Roberto José González Arana y Luz Marina Matamoros Molina por su amor y apoyo incondicional por su entrega y esfuerzo para darme una educación y un futuro mejor. A mis hermanos por estar siempre conmigo por su apoyo y consejos durante cada etapa de mi vida.

A mi abuelo Carlos Alberto Matamoros Garay por ser como un padre incondicional para mí, por sus buenos consejos y apoyo incondicional para lograr ser una mejor persona cada día.

BR. MARCUS VINICIO GONZALEZ MATAMOROS

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a DIOS por brindarme siempre la fortaleza de seguir adelante para superar los obstáculos difíciles que he superado a lo largo de toda mi vida guiándome siempre por el buen camino.

A mi madre que ha sido una madre ejemplar dedicándome todo su tiempo y esfuerzo durante esta etapa de mi vida siendo ella la que me ha aconsejado para no desistir de mis sueños por alcanzar y sé que se siente orgullosa de la persona en la cual me he convertido. Y A mi padre que siempre ha estado conmigo y por haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.

A mi hermana que siempre ha confiado en mí y apoyándome en todos los momentos importante de mi vida.

A mi familia por sus consejos de salir adelante y apoyándome sentimental y económicamente.

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

A mis compañeros de clases y sobre todo a María salinas y lothar Bonilla que comenzaron y terminaron conmigo la carrera brindándome sus apoyos incondicional.

A la alcaldía de Managua (departamento de dirección general de proyectos) por haberme brindado realizar mis prácticas profesionales adquiriendo experiencia dentro el campo laboral. Al ING. Francisco Montalván (supervisor de la alcaldía de Managua) por su apoyo durante la realización de mis prácticas de profesionalización y guiándome para la culminación de mi proyecto.

Al ING. Manuel salinas quien le debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza a lo largo de mi carrera.

Finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

BR. SARA TAMARA GOMEZ MARADIAGA.

**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

A mi Dios padre celestial por darme el don de la vida y disfrutar de este gran triunfo y comenzar una nueva etapa de mi vida.

A mis padres por su sacrificio y entrega, por ser unos padres responsables y comprensivos y darme todo el apoyo y amor que un hijo necesita para salir adelante y ser alguien en la vida.

A mi tía María Isolda Baldizon Castillo por brindarme su apoyo y abrirme las puertas de su hogar para ayudarme a salir adelante.

A mi tío Alexis Ramón Bentancourt Saavedra por darme su apoyo incondicional y abrirme las puertas de su casa para culminar mis estudios.

A mis hermanos y demás familiares que siempre han estado conmigo apoyándome en todos los sentidos, por sus consejos y paciencia para llegar ser la persona que soy hoy en día, gracias a todos por su infinita comprensión y darme ánimos de superación cuando me sentía derrotado.

A mis amigos que han estado desde el inicio hasta el final conmigo por sus consejos y apoyo para ayudarme a salir adelante y hacerme ver mis errores para enmendarlos y ser mejor persona cada día.

A la alcaldía de Managua (dirección general de proyectos) por darme la oportunidad de hacer mis prácticas de profesionalización y culminar mis estudios.

Al Ing. Francisco Montalban por su apoyo durante mis prácticas de profesionalización y ayudarnos a realizar un buen trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua por la experiencia vivida y el placer de estudiar en un alma mater, a todos sus profesores por compartir el conocimiento y ayudarme a llegar al final de mi carrera.

BR. MARCUS VINICIO GONZALEZ MATAMOROS

RESUMEN

Dicho documento se basa en la prolongación, Pista Larreynaga (Mercado Mayoreo – Villa Dignidad) construida de concreto hidráulico con el fin de implementar un manual de procesos constructivos para pavimentos de carreteras de concreto hidráulico, para que los futuros profesionales del área de la construcción a su vez como los maestros, tengan al alcance de manera comprensible y clara un documento el cual les facilite y les brinde la información necesaria para seguir paso a paso de manera segura y precisa lo que es la construcción de carreteras de concreto hidráulico.

Ya que este método se ha implementado cada vez más por la municipalidad de Managua, dentro de la capital y en diferentes departamentos con el fin de tener mejores vías de transporte con mayores capacidades, beneficios con un ahorro considerable en mantenimiento cada año. Este método de construcción brinda mayores beneficios, ya que tiene una vida útil mayor que la del asfalto y no necesita de revestimiento ni sello de baches a causa del desgaste por el clima y el paso vehicular. Estos beneficios se darán siempre y cuando se sigan al pie de la letra las normas de construcción para la cual la pista fue diseñada, a su vez de las notas generales de construcción que requiere para una construcción satisfactoria que cumpla con su objetivo, proporcionar mejores pistas para el usuario.

Toda actividad, tiene un manual con los pasos a seguir y no cometer ningún tipo de errores, sin embargo hay que estar preparados para cada inconveniente o imprevisto que se presente durante la actividad. Este manual nos dará una gran ventaja para un mejor estudio o práctica del lector, siguiendo paso a paso como debe de construirse una carretera de concreto hidráulico, mostrando sus beneficios y los posibles imprevistos que se den dentro de la misma, que de inmediato deben de tomarse precauciones y solucionar lo más pronto posible.

Por tanto este documento aborda las normas, especificaciones, ventajas, clasificación, diseño, concepto de lo que es el concreto hidráulico y como utilizarle correctamente para una buena construcción y así que esta cumpla con su objetivo para la cual fue diseñada.

INTRODUCCION

Las vías terrestres, son el principal medio de transporte alrededor del mundo por lo que su demanda es de cada vez mayor las cuales deben cumplir una mejor capacidad y durabilidad. Sin embargo existen muchas maneras de como diseñarlas y construirlas según el lugar, las condiciones y el presupuesto disponible para las mismas, ya que dependiendo de la zona a realizarse se selecciona el mejor tipo de carretera a construir.

En este caso el concreto hidráulico es el más viable a realizar ya que es de menor costo, mejor manejo, y durabilidad en comparación con el asfalto. El concreto hidráulico es una combinación de cemento portland, agregados pétreos, agua y en ocasiones aditivos para formar una mezcla moldeable que al fraguar forma un elemento rígido y resistente.

En nuestro país este sistema es viable, sobre todo porque el desarrollo que está teniendo Nicaragua le exige búsqueda y aplicación de nuevas tecnologías, metodologías y sistemas constructivos. Haciendo ver su viabilidad por su durabilidad y fácil manejo donde lo podemos apreciar a base de un manual de los procesos constructivos básicos para la construcción de la misma con el objetivo de brindarles a los lectores un manejo práctico, comprensivo y seguro de cómo realizar este nuevo método ingenieril que ha tomado gran importancia hoy en día. Por lo que un manual siempre es necesario y básico para cada actividad que queramos realizar teniendo un mapa donde podamos seguir paso a paso comprensiblemente los procesos que se deben de llevar a cabo para lograr una construcción satisfactoria con las notas generales requeridas según su diseño y demanda para la cual la construcción es necesaria. La red vial municipal es un elemento de vital importancia en la dinámica funcional y el desarrollo humano de toda localidad urbana, es el espacio público de mayor uso poblacional en la comunicación social directa y como tal, es determinante en la estructura de la imagen urbana de la ciudad. Dando así su beneficio fundamental que es el descongestionamiento del tráfico facilitando de tal manera el tránsito y brindándoles a los ciudadanos beneficios propios como el ahorro de tiempo y combustible.

En la actualidad la alcaldía de Managua se encuentra ejecutando la construcción del Proyecto "Pista Larreynaga", ubicada en el distrito VI de Managua, en el sector que inicia en el mercado de Mayoreo sigue hacia la Urbanización Ciudad Belén y continúa hasta llegar hasta el Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA), en la carretera norte. En este componente se incluye la construcción de dos puentes, uno ubicado sobre un tramo del cauce 31 de diciembre y el otro sobre el cauce El Borbollón en el sector de la carretera norte, ofreciéndole a los ciudadanos de las comunidades aledañas una vía de acceso de mejor manejo y estado a la que solían tener ahorrando tiempo y dinero en su movilización.

AUTORES: GOMEZ MARADIAGA SARA T.

GONZALEZ MATAMOROS MARCUS V.

JUSTIFICACION

En vista del crecimiento poblacional en la ciudad de Managua, y la busca de nuevos métodos para la construcción de carreteras resalta en si las pistas de pavimentos de concreto hidráulico, ya que hoy en día este método constructivo se implementa con mayor regularidad según la necesidad de la misma.

El objetivo principal de este documento es exponer de manera práctica los procedimientos que se requieren para la construcción de carpetas de concreto hidráulico.

En otras palabras mostrar sus pasos a seguir para un buen funcionamiento y rendimiento, a través de un manual en el cual haga una buena reseña de los procesos básicos para una construcción horizontal. A raíz de esto es donde nacen los manuales con el fin de facilitar el estudio y dar una mejor comprensión a los diferentes lectores que necesiten llevar a cabo su construcción a través de un fácil manejo comprensivo de un manual de procesos constructivos para la construcción.

Actualmente los pavimentos de concreto hidráulico son más utilizadas por sus múltiples beneficios y que sus métodos constructivos son más sencillos, es ahí donde este manual servirá de apoyo para quienes necesiten saber los procesos básicos para la construcción de la misma.

En la actualidad existe una guía para la construcción de pavimentos de concreto hidráulico hecha por el Instituto Nicaragüense del Cemento y del Concreto INCYC, también una propuesta de manual de diseño y construcción de carpetas de rodamiento para pavimentos rígidos para Nicaragua en el año 2014. Hecho por Br. Pedro José Herrera Cáceres estudiante universitario de la carrera Ing. Civil de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

En el cual estos dos documentos no abordan en si lo que son los métodos constructivos específicos a seguir donde se detalle lo que son cada uno para la construcción de la obra.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La falta de una vía que intercomunique a la población de la Urbanización Ciudad Belén a la trama vial de la ciudad de Managua, en complementación a las vías de acceso y sectores aledaños.

La construcción de esta nueva vía facilita la conexión a toda la población de la Urbanización Ciudad Belén, Sabana Grande, más la del Distrito VI, a la carretera norte. Según el Reglamento Vial se clasifica como vía del Sistema Distribuidor Primario, Integra el tráfico que circula en las pistas Suburbana, Buenos Aires, pista el Mayoreo, así como las vías adyacentes de los barrios del sector.

La construcción de la Pista Larreynaga, consiste en la construcción de una pista con derecho de vía de 26 metros y longitud de 4.5 kilómetros total del proyecto, con sistema de revestimiento de la superficie de rodamiento utilizando concreto hidráulico $m_r-42 \text{ kg/cm}^2$ espesor 15 cm (fibra, bordillo integrado, cortado, sellado), cuatro carriles en la primera etapa, mediana al centro, con cunetas, andenes peatonales y bordillos, incluye también obras de protección del cauce El Borbollón y obras hidráulicas, todo ello basado en las normas técnicas de diseño y especificaciones técnicas que se establezcan.

El nivel funcional de la vía de Distribuidor Primario, establecido en el Reglamento del Sistema Vial para el área del Municipio de Managua, establecido por la ALMA.

Todas estas obras se ejecutarán conforme la aplicación de todos los procedimientos normativos y legales de los procesos de licitación según legislación vigente.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION:

OBJETIVO GENERAL:

- ✚ Realizar un manual de procesos constructivos para pavimentos de carreteras de concreto hidráulico utilizando la pista larreynaga (tramo Mercado Mayoreo- Villa Dignidad) como modelo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- ✚ Ofrecer una nueva alternativa de manual básico para la construcción de pavimentos de concreto hidráulico con el propósito de ayudar a futuros profesionales técnicos, profesores del sector de la construcción para un mayor aprendizaje de una manera fácil y sencilla de entender.
- ✚ Analizar las notas generales de construcción que conllevan a la ejecución del proyecto correspondiente al sitio específico pista larreynaga (tramo Mercado Mayoreo-Villa Dignidad) para la construcción de pavimentos de concreto hidráulico.

ANTECEDENTES HISTORICO

Un buen sistema de vías terrestres, son las carreteras de concreto hidráulico por tanto en la ciudad de Managua capital de la república de Nicaragua se han implementado con mayor intensidad en comparación a otros años la construcción de carpetas hidráulicas, con el fin de brindar a la población calles de mayor duración.

En Nicaragua el uso del concreto hidráulico como técnica de pavimentación está experimentando un importante crecimiento en la construcción de obras horizontales. Aunque no se cuenta con un manual básico de métodos constructivos que esté disponible para todo el sector laboral constructivo.

A nivel nacional, uno de los proyectos más importantes fue el reforzamiento de la terminal aérea de la ciudad de Bilwi, cabecera departamental de la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN), la cual se realizó en el año 2010. El proyecto tuvo un costo de 30 millones de dólares que permite el aterrizaje de aviones de 300 mil libras de peso. Su longitud es de 2500 metros con 30 centímetros de espesor.

En el mes de julio del año 2011 se trabajó en el mejoramiento de las calles principales de los barrios: la esperanza, Hayalia y villa Venezuela a base de concreto hidráulico pre-mesclado en la ciudad de Managua.

En el mes de julio del año 2012 el gobierno y la alcaldía de Managua dio a conocer el avance de 200 km de calles con el impulso del programa calles para el pueblo con concreto hidráulico y que siguen en aumento como es el caso del revestimiento de poco más de 5 cuadras de la calle principal de la comunidad, del barrio José Dolores Estrada, vía que fue revestida de concreto hidráulico en el distrito VI dicha apertura fue inaugurada por la alcaldesa de Managua Daysi Torres el 01 de septiembre del 2012 lo que nos demuestra que el gobierno ha implementado aún más el uso de este sistema gracias a sus grandes beneficios, su requerimiento es mayor por un mejor manejo y durabilidad.

CAPITULO I

GENERALIDADES.

En este capítulo aborda la descripción, característica y localización del proyecto en estudio.



***Perfil pista la reinaga-PDF (agosto 2015) Alcaldía de Managua (ALMA)
Disponible en <http://www.google.com/intl/es/earth/>***

1 GENERALIDADES

1.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto se identifica a partir de la propuesta de integrar la urbanización Ciudad Belén a la pista vial de la ciudad de Managua.

La construcción de la Pista Larreynaga, consiste en la construcción de una pista con derecho de vía de 26 metros y longitud de 4.5 kilómetros, en general ya que el proyecto se divide en dos etapas la primera en 1.2 km de la entrada del mayoreo hasta villa dignidad tomando este como modelo para este manual y la segunda etapa de 3.3 km del barrio la curva hasta ciudad belén, con sistema de revestimiento de la superficie de rodamiento utilizando concreto hidráulico mr-42 kg/cm² espesor 15 cm (fibra, bordillo integrado, cortado, sellado), cuatro carriles en la primera etapa, mediana al centro, con cunetas, andenes peatonales y bordillos, incluye también obras de protección del cauce El Borbollón y obras hidráulicas, todo ello basado en las normas técnicas de diseño y notas generales de construcción que se establezcan.

1.2 LOCALIZACION DEL PROYECTO

Se localiza en el Distrito VI en la prolongación de la actual Pista Larreynaga, del Mercado de Mayoreo continuando hacia el Este hacia a la Urbanización Ciudad Belén y continúa hasta llegar hasta el Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA), en la carretera norte. La construcción de esta nueva vía facilita la conexión a toda la población de Sabana Grande y la de los sectores aledaños hacia el norte y centro de la ciudad.

**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

Ilustración 1: ubicación aérea de la primera etapa



Perfil pista la reinaga-PDF (agosto 2015) Alcaldía de Managua (ALMA)
Disponible en <http://www.google.com/intl/es/earth/>

Ilustración 2 : ubicación aérea de la segunda etapa



Perfil pista La Reynaga-PDF (agosto 2015) Alcaldía de Managua (ALMA)
Disponible en <http://www.google.com/intl/es/earth/>

**AUTORES: GOMEZ MARADIAGA SARA T.
GONZALEZ MATAMOROS MARCUS V.**

1.3 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

1.3.1 Características del proyecto

De acuerdo al volumen de tráfico de Pista Larreynaga en el tramo Intersección el Mayoreo – entrada al Doral es de 30,400 veh / día, para lo que se considerará los principales criterios de diseño vial siguientes:

Implementación del nuevo concepto de desarrollo de la vialidad en el municipio de Managua, "Transporte Sostenible"

La inclusión en la sección transversal de la vía de una mediana en toda la longitud del proyecto.

El ancho del derecho de vía propuesto considerando los nuevos requerimientos de ampliación futura del mismo.

El nivel funcional de la vía de Distribuidor Primario, establecido en el Reglamento del Sistema Vial para el área del Municipio de Managua, establecido por la ALMA.

Todas estas obras se ejecutarán conforme la aplicación de todos los procedimientos normativos y legales de los procesos de licitación según legislación vigente.

Garantizar las condiciones de movilidad y accesibilidad de la población con el mejoramiento de la infraestructura vial mediante la construcción de la Prolongación de la Pista Larreynaga, para la interconexión necesaria con la urbanización Ciudad Belén y sectores limítrofes.

Prolongar la infraestructura vial de la Pista Larreynaga en el tramo, de la urbanización Villa Dignidad hasta su intersección con el Cauce El Borbollón, en una longitud de 3,871Km.

Integrar las nuevas urbanizaciones a la trama vial principal de la ciudad

1.3.2 Ejecución financiera del proyecto

La ejecución físico financiera se programa para el año 2015, con una inversión de US\$ 500,000 (cuatro millones quinientos mil dólares americanos netos) equivalentes a C\$122, 849,550.00 (ciento veintidós millones ochocientos cuarenta y nueve mil quinientos cincuenta dólares americanos netos) serán financiados por

**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

el hermano pueblo de China Taiwán y U\$ 200,000.00 con fondos de contrapartida.
Diagnóstico de la Situación Actual

Para la ejecución del proyecto se requiere de un monto de **U\$4, 700,000.00** (cuatro millones setecientos mil dólares americanos netos) de los cuales **U\$4, 500,000** (cuatro millones quinientos mil dólares americanos netos) equivalentes a **C\$122, 849,550.00** (ciento veintidós millones ochocientos cuarenta y nueve mil quinientos cincuenta dólares americanos netos) serán financiados por el hermano pueblo de China Taiwán y U\$ 200,000.00 con fondos de contrapartida, la municipalidad de Managua asumirá el monto total correspondiente a la supervisión de la obra.

Tabla 1. Tabla del costo del proyecto

| CONCEPTO | ALCANCE | COSTO US\$ |
|-------------------|---------|---------------------|
| INFRAESTRUCTURA | 3,27 Km | 4,500,000.00 |
| SUPERVISION | | 200,000.00 |
| TOTAL US\$ | | 4,700,000.00 |

Fuente: (ALMA, 2015)

Tabla 2. Cronograma de ejecución física

| CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FÍSICO | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|------------------|------------|------------------|-------|--------|------------|---------|-----------|
| NOMBRE DEL COMPONENTE | ETAPA | UNIDAD DE MEDIDA | ALCANCES | EJECUCION FISICA | | | | | |
| | | | | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE |
| PRELIMINARES | 1 | M ³ | 140,334.45 | | | | | | |
| MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION | 2 | 1 | 1.00 | | | | | | |
| MOVIMIENTO DE TIERRA | 3 | M ³ | 47,908.15 | | | | | | |
| BASES Y SUBBASES | 4 | M ³ | 18,875.27 | | | | | | |
| OBRAS DE PROTECCION | 5 | M ³ | 2,490.37 | | | | | | |
| DISPOSITIVOS DE DRENAJE | 6 | M ³ | 290.11 | | | | | | |
| CAUCE DE CONCRETO REFORZADO | 7 | M ³ | 55.50 | | | | | | |
| TUNELES HIDRAULICOS | 8 | M ³ | 324.10 | | | | | | |
| CARPETA DE RODAMIENTO | 9 | M ³ | 54,376.34 | | | | | | |
| CUNETAS, ANDENES Y BORDILLOS | 10 | M ³ | 10,916.00 | | | | | | |
| SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL | 11 | M | 6,284.00 | | | | | | |

Fuente: (ALMA, 2015)

**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

Tabla 3

| CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FINANCIERA | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|------------------|------------|----------------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| NOMBRE DEL COMPONENTE | ETAPA | UNIDAD DE MEDIDA | ALCANCES | EJECUCIÓN FINANCIERA | | | | | |
| | | | | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE |
| PRELIMINARES | 1 | M ² | 140,324.45 | \$ 97,400.20 | | | | | |
| MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN | 2 | 1 | 1.00 | \$ 6,986.21 | | | | | |
| MOVIMIENTO DE TIERRA | 3 | M ³ | 47,908.15 | \$ 90,292.38 | \$ 180,584.76 | \$ 180,584.76 | \$ 180,584.76 | | |
| BASES Y SUBBASES | 4 | M ² | 18,875.27 | | \$ 500,772.57 | \$ 1,001,545.13 | \$ 1,001,545.13 | \$ 1,001,545.13 | |
| OBRAS DE PROTECCIÓN | 5 | M ³ | 2,496.37 | | \$ 9,066.05 | \$ 19,732.09 | \$ 19,732.09 | | |
| DISPOSITIVOS DE DRENAJE | 6 | M ³ | 290.11 | | | \$ 79,005.07 | \$ 79,005.07 | | |
| CAUCE DE CONCRETO REFORZADO | 7 | M ³ | 55.50 | | | \$ 8,318.34 | \$ 8,318.34 | \$ 8,318.34 | |
| TÚNELES HIDRAULICOS | 8 | M ³ | 324.10 | | | \$ 80,731.68 | \$ 80,731.68 | \$ 80,731.68 | \$ 40,365.84 |
| CARPETA DE RODAMIENTO | 9 | M ² | 94,376.34 | | | | \$ 938,959.91 | \$ 938,959.91 | \$ 938,959.91 |
| CUNETAS, ANDENES Y BORDILLOS | 10 | M ² | 10,916.00 | | | | | | \$ 191,446.55 |
| SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL | 11 | M | 6,244.00 | | | | | | \$ 15,708.09 |

NOTA: ESTOS COSTOS NO INCLUYE IMPUESTOS
COSTO TOTAL DEL PROYECTO: US CUATRO MILLONES QUINIENTOS MIL DOLARES AMERICANOS NETOS
TIEMPO DE EJECUCIÓN : 6 MESES

Fuente: (ALMA, 2015)

1.3.3 beneficios y beneficiarios del proyecto

+ beneficios

- Elevar el nivel de servicio de la red vial.
- Garantizar la operación vehicular y seguridad peatonal al usuario de esta Vía.
- Disminuir los riesgos de vulnerabilidad de las familias afectadas

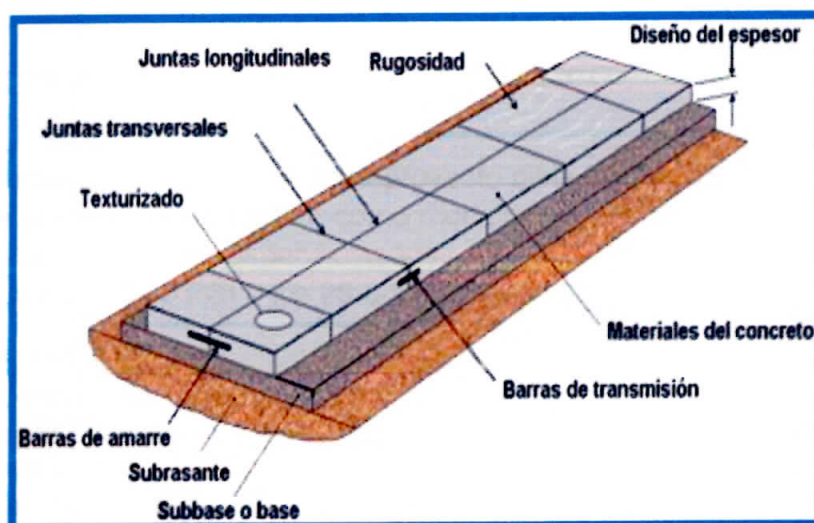
+ beneficiarios

Beneficiarios directos del proyecto 146,273 habitantes de estos 70,212 hombres y 84,838 mujeres, los beneficiarios indirectos son la población del Municipio de Managua, así como el usuario de los departamentos.

CAPITULO II

CARACTERISTICAS GENERALES DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO

***En este capítulo aborda la descripción, característica, función, ventajas. del
concreto hidráulico y a su vez generalidades, estructura y tipos de
pavimentos***



***Fuente: Samuel Mora (2015). Ingeniero Civil. Gestion y normativa vial.
Recuperado de http://www.3.pavimento_concreto:ing_mora.com***

2 CARACTERISTICAS GENERALES DEL CONCRETO HIDRAULICO

2.1 CONCRETO HIDRAULICO

El **concreto hidráulico** es un producto fabricado mediante un proceso industrial a partir de la caliza y la arcilla, de amplia abundancia en prácticamente todos los países. De los 193 países en el mundo, 113 fabrican cemento hidráulico, con sus propias plantas y su propia materia prima

El concreto hidráulico es una combinación de cemento Portland, agregados pétreos, agua y en ocasiones aditivos, para formar una mezcla moldeable que al fraguar forma un elemento rígido y resistente.

3. Pavimento_Concreto_ Ing_Mora-PDF (2015)Samuel Mora.disponible en http://Www.3.Pavimento_Concreto:Ing_Mora.Com

2.2 CLACIFICACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO

El tipo de cemento que se utiliza en el proyecto pista larreynaga I etapa (tramo mercado mayoreo – villa dignidad) como modelo; será el cemento portland tipo I y deberá cumplirse con las especificaciones ASTM C- 150 Y se usara concreto con resistencia de 3500 PSI a los 28 días de su fraguado.

2.2.1 Según su función

Concreto hidráulico clase 1

Es el concreto cuya masa volumétrica, en estado fresco, está comprendida entre dos mil doscientos y dos mil cuatrocientos kilogramos por metro cúbico, determinada de acuerdo con lo indicado en el Manual M-MMP-2-02-053, Características del Concreto con Inclusiones de Aire. Al alcanzar su fraguado final, tendrá una resistencia a la compresión (f_c) igual a veinticuatro coma cinco (24,5) mega pascales (250 kg/cm²) o mayor.

Concreto hidráulico clase 2

Es el concreto cuya masa volumétrica, en estado fresco, está comprendida entre mil ochocientos y dos mil doscientos kilogramos por metro cúbico, determinada de acuerdo con lo indicado en el Manual M-MMP-2-02-053, Características del Concreto con Inclusiones de Aire. Al llegar a su fraguado final, tendrá una resistencia a la compresión (f_c) menor de veinticuatro coma cinco (24,5) mega pascales (250 kg/cm²).

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

2.2.2 De acuerdo con su forma de elaboración

Concreto hidráulico hecho en obra

Se fabrica en la obra mediante un equipo mecánico ligero denominado revolvedora, dosificando generalmente sus componentes en volumen, o bien con equipos mayores como plantas dosificadoras, donde el proporcionamiento se hace por masa.

Concreto premezclado

Se dosifica o pre mezcla en una planta, por lo general no ubicada dentro de la obra, y posteriormente se le transporta en camiones mezcladores o de volteo al sitio requerido. La dosificación siempre se hace en masa. Si la planta solo dosifica, ésta introduce los materiales a un equipo revolvedor mecánica automotor, con capacidad promedio de seis (6) metros cúbicos, el cual, durante el trayecto de la planta a la obra, realiza el mezclado.

3. Pavimento_Concreto_ Ing_Mora-PDF (2015)Samuel Mora.disponible en http://Www.3.Pavimento_Concreto:Ing_Mora.Com

Ilustración 3: concreto premezclado.



Fuente: Samuel Mora (2015). Ingeniero Civil. Gestion y normativa vial. Recuperado de <http://www.blogicasa.com/concreto-premezclado-cemento-listo-para-la-construccion/>

2.3 EL CONCRETO HIDRAULICO EN LA INGENIERIA

En la ingeniería de pavimentos se manejan dos tipos convencionales identificados como flexibles o asfálticos y rígidos o de concreto hidráulico, con variantes de bases y sub-bases y con trabajos de rehabilitación diversos.

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

Para determinar que pavimento específico se debe elegir para cada caso en particular, se requiere seguir un proceso de selección que implica la consideración de diversos aspectos entre los que destacan los relativos a los costos.

La calidad del soporte está dada por: El módulo de reacción K de la capa subrasante Base o sub-base: Capa de material directamente debajo de la losa que proporciona una superficie de trabajo estable.

3. Pavimento_Concreto_ Ing_Mora-PDF (2015)Samuel Mora.disponible en http://Www.3.Pavimento_Concreto:Ing_Mora.Com

Ilustración 4: módulo de reacción K



Fuente: Samuel Mora (2015). Ingeniero Civil. Gestion y normativa vial. Recuperado de http://www.3.pavimento_concreto:ing_mora.com

FISURACION

FISURAS PRIMARIAS POR:

Contracción restringida

Disminución temperatura después de la hidratación del cemento

FISURAS SECUNDARIAS POR:

Sobrepasar capacidad portante del material

FALLA ESTRUCTURAL

2.4 GENERALIDADES DEL PAVIMENTO

2.4.1 PAVIMENTOS

Estructura simple o compuesta que tiene una superficie regularmente alisada destinada a la circulación de personas, animales y/o vehículos.

Su estructura es una combinación de cimiento, firme y revestimiento, colocada sobre un terreno de fundación resistente a las cargas, a los agentes climatológicos y a los efectos abrasivos del tránsito.

**AUTORES: GOMEZ MARADIAGA SARA T.
GONZALEZ MATAMOROS MARCUS V.**

**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

Material Resistente Material inerte, resistente a los esfuerzos que se producen en la estructura, generalmente constituido por piedra o constitutivos de ella (piedra partida, arena o polvo de piedra).

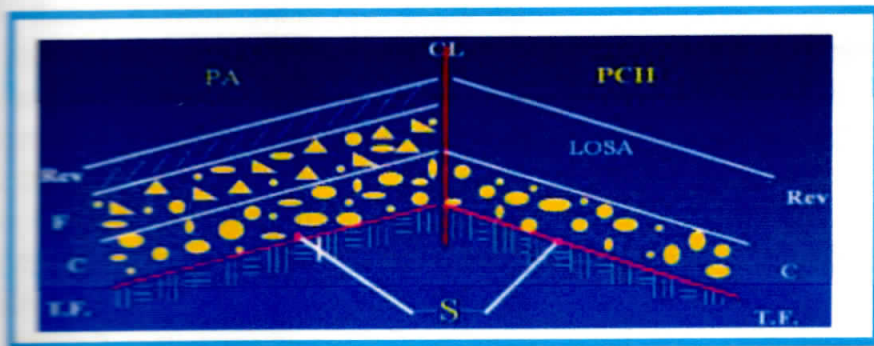
Material Ligante, que relaciona entre sí a los elementos resistentes proporcionándoles la necesaria extensión.

Casi siempre es un constitutivo del suelo, como la arcilla, o un aglutinante por reacción química, como la cal o el CEMENTO; o en su defecto, un material bituminoso. Se le denomina material aglutinante.

Manual De Procesos Constructivos Para Pavimentos De Baja Intensidad De Tráfico En El Salvador%2c Utilizando Concreto Hidráulico Simple Y Emulsiones Asfálticas-PDF (Octubre 2012). CM Bonilla Solís. Disponible En <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2054>

2.4.2 ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Ilustración 5: estructura del pavimento de concreto hidráulico y pavimento asfáltico.



Fuente: Samuel Mora (2015). Ingeniero Civil. Gestion y normativa vial
Recuperado de http://www.3.pavimento_concreto:ing_mora.com/2015

LEYENDA:

PA = Pavimento Asfáltico

L = Revestimiento

F = Firme

T.F. = Terreno de Fundación.

PCH = Pavimento de Concreto Hidráulico.

Losa = Hormigón de Cemento Portland.

C = Cimiento

S = Sub – Rasante

AUTORES: GOMEZ MARADIAGA SARA T.
GONZALEZ MATAMOROS MARCUS V.

Sub-rasante

Es el suelo de cimentación del pavimento, pudiendo ser suelo natural, debidamente perfilado y compactado; o material de préstamo, cuando el suelo natural es deficiente o por requerimiento del diseño geométrico de la vía a proyectar.

Sub-base

Es la capa que está apoyada sobre la sub-rasante, compuesta por materiales granulares de buena gradación. Deberá ser perfilada y compactada entre el 95% y 100% de su máxima densidad seca mediante el ensayo proctor estándar.

Base

Para el pavimento de concreto no es común pero podría darse el caso en situaciones extremas. En ese caso la base constituye la capa intermedia entre la sub-base y la carpeta de rodadura y utiliza materiales granulares de excelente gradación.

➤ **Bases estabilizadas con cemento**

Las bases estabilizadas permiten el empleo de materiales locales y reciclados, teniendo como ventajas: sub-bases menos erosionables, reducción de esfuerzos de tensiones y de flexiones, mejoramiento de la transferencia de carga entre paños, entre otras.

➤ **Carpeta de rodadura**

Está conformada por mezcla de concreto hidráulico. Los métodos de diseño especifican diseños de mezcla con Módulo de Rotura a la Flexión (MR) superiores a 42 Kg/cm², o su equivalente a $f'c = 280 \text{ Kg./cm}^2$.

2.5 TIPOS DE PAVIMENTOS

- A. Pavimentos Asfálticos (PA)
- B. Pavimentos de Concreto Hidráulico (PCH)
- C. Pavimentos Compuestos (Mixtos)
- D. Pavimentos de avanzada tecnológica: a carga plena (firme emul. Total); a resistencia profunda (firme + firme emul.)
- E. Pavimentos Adoquinados Intertrabados

Otros que van a depender del material, de sus características estructurales y el proceso de construcción (rodillados, líticos, de ladrillo, emponados, de planchas metálicas y mixtos)

**Capítulo I Método Aashto 93 Para El Diseño De Pavimentos Rígidos-PDF
(Diciembre 2015). Lester Márquez Uribe Disponible En.
<https://es.scribd.com/doc/291896100/1-102-181-62-936>**

2.5.1 ELECCION DEL TIPO DE PAVIMENTO

Consideraciones para su determinación:

Formular diferentes alternativas equivalentes de diseño para las mismas condiciones de Tráfico y de Resistencia del Suelo

Estrategia adoptada para el Mantenimiento y/o Reforzamiento

Evaluar el costo inicial de Construcción, de Mantenimiento y/o Reforzamiento, el Valor Residual de la estructura al término de la Vida Útil Calculada, los Costos del Usuario (Consumo de Combustible, gastos de Mantenimiento del Vehículo, llantas, confort, etc.) De tal manera, que se obtengan los costos totales de cada uno de las diversas alternativas de diseño. Luego:

El tipo de Pavimento será el de menor costo total, que incluye el costo social del Impacto Ambiental.

2.5.2 CALIDAD DEL CONCRETO

Las mezclas del Concreto Hidráulico para Pavimentos deben de estar previstas para:

Garantizar una durabilidad satisfactoria dentro de las condiciones de requerimiento del Pavimento. Para asegurar la resistencia deseada a la flexión.

La flexión en los Pavimentos de Concreto Hidráulico, bajo las cargas aplicadas por los neumáticos, produce esfuerzos de compresión y tensión. Los esfuerzos de compresión son pequeños en relación a la resistencia de la misma, y sin mayor incidencia en el espesor de la losa.

Por lo tanto el concreto hidráulico que se utiliza en los pavimentos se especifica por su resistencia a la flexión, medida por el Módulo de Rotura a Flexión, a los 28 días. (MR) expresada en kg/cm² y generalmente varía entre los siguientes valores: $40 \leq MR \leq 50$

**3. Pavimento_Concreto_ Ing_Mora-PDF (2015)Samuel Mora.disponible en
http://Www.3.Pavimento_Concreto:Ing_Mora.Com**

2.6 DISEÑO DE LOSA

Actualmente, se usan dos métodos de diseño para calcular el espesor de pavimentos de hormigón: el método de la Asociación de Cemento Portland (PCA) y el método de la Asociación Americana de la Organización de Transporte de Carreteras del Estado (AASHTO). En Estados Unidos en 1994, 35 agencias estaban utilizando el método AASHTO, y 5 el método PCA; los últimos 6 estaban utilizando su propio método de diseño. En Canadá, se usan ambos métodos.

2.6.1 Método de Diseño PCA

Método se basa en dos criterios específicos, uno relativo a la resistencia a la fatiga del hormigón y el otro a la erosión de la base. En el primer caso, se supone que la carga máxima se aplica en medio de la losa justo sobre la junta longitudinal que da la tensión máxima con la losa. En el segundo caso, se supone que la carga máxima se aplica en una esquina de la losa para generar deflexión máxima de la losa.

Cuando se usa este método de diseño, hay que conocer cuatro parámetros fundamentales:

- ✚ El módulo de ruptura del hormigón,
- ✚ El módulo de reacción de la fundación
- ✚ El periodo de diseño,
- ✚ Las características del tráfico.

2.6.2 Método de Diseño AASHTO

Este método se basa en el uso de una ecuación empírica desarrollada por la observación de algunos pavimentos de hormigón estudiados durante ensayos de AASHTO sobre carreteras. Los criterios de diseño son:

- ✚ El número de equivalentes cargas axiales de 80 kN,
- ✚ El espesor de la losa,
- ✚ El módulo de elasticidad del hormigón,
- ✚ El módulo de ruptura del hormigón,
- ✚ El módulo de reacción de la fundación,
- ✚ El coeficiente de transferencia de carga en las juntas
- ✚ El coeficiente de drenaje

Ilustración 6: formulación vigente para PCH

Formulación: vigente para PCH

$$\log_{10}(E_{ps}) = \left\{ \begin{array}{l} Zr \times So + 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{A^2 S I}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{4.45}}} \\ + (4.22 - 0.32 \cdot pr) - \log_{10} \left[\frac{S^2 c \cdot Cd \cdot (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \cdot f \cdot D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c \cdot k)^{0.25}}} \right] \end{array} \right.$$

(Nota: La imagen original contiene diagramas de flujo que relacionan los términos de la fórmula con conceptos como: Tipo de losa, Tipo de sub-base, Tipo de tráfico, Tipo de drenaje, Tipo de carga, Tipo de elasticidad, Tipo de resistencia, etc.)

Fuente: Samuel Mora (2015). Ingeniero Civil. Gestion y normativa vial
Recuperado de: http://www.3.pavimento_concreto:ing_mora.com/2015

2.6.3 Comparación del Método PCA y ASSHTO

Huang ha descubierto que en el caso de losas gruesas (espesor más de 200 mm), el método PCA está dando espesores de losa más delgados que el método AASHTO, pero que era a la inversa para losas delgadas (espesor menos de 200 mm). Puede decirse que básicamente las diferencias entre los dos métodos no son tan grandes.

3. Pavimento_Concreto_ Ing_Mora-PDF (2015)Samuel Mora.disponible en http://Www.3.Pavimento_Concreto:Ing_Mora.Com

2.7 PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO

2.7.1 DEFINICION

Un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o sub-base. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la sub-rasante. Todo lo contrario sucede en los pavimentos flexibles, que al tener menor rigidez, transmiten los esfuerzos hacia las capas inferiores lo cual trae como consecuencia mayores tensiones en la sub-rasante.

Ilustración 7: esquemas del comportamiento de pavimentos

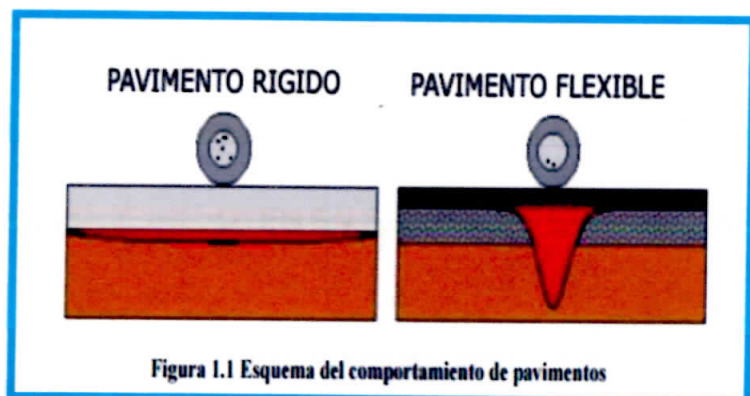


Figura 1.1 Esquema del comportamiento de pavimentos

**Fuente: Samuel Mora (2015). Ingeniero Civil. Gestion y normativa vial
Recuperado de: http://www.3.pavimento_concreto:ing_mora.com/2015**

2.7.2 LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN PAVIMENTO RIGIDO

Los elementos que conforman un pavimento rígido son: sub-rasante, sub-base y la losa de concreto. A continuación se hará una breve descripción de cada uno de los elementos que conforman el pavimento rígido.

Sub-rasante: La sub-rasante es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la sub-rasante es dar un apoyo razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en el valor soporte, es decir, mucho más importante es que la sub-rasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta capacidad de soporte. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado con la expansión de suelos.

Sub-base: La capa de sub-base es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la sub-rasante y la losa rígida. Consiste de una o más capas compactas de material granular o estabilizado; la función principal de la sub-base es prevenir el bombeo de los suelos de granos finos. La sub-base es obligatoria cuando la combinación de suelos, agua, y tráfico pueden generar el bombeo. Tales condiciones se presentan con frecuencia en el diseño de pavimentos para vías principales y de tránsito pesado.

2.8 CARACTERÍSTICAS DEL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO.

Además de cumplir con resistir los esfuerzos normales y tangenciales transmitidos por los neumáticos y su constitución estructural, bien construida (Gran Resistencia a la Flexo-Tracción, a la Fatiga y elevado Modulo de Elasticidad), debe tener el espesor suficiente que permita introducir en los casos más desfavorables solo

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

depresiones débiles a nivel del suelo del terreno de fundación y cada nivel estructural apto para resistir los esfuerzos a los que está sometido. Debe cumplir con satisfacer también las características principales del Pavimento de Concreto Hidráulico (PCH):

- ✚ Estar previstas para un período de servicio largo y,
- ✚ Prever un bajo mantenimiento.

3. Pavimento_Concreto_ Ing_Mora-PDF (2015)Samuel Mora.disponible en http://Www.3.Pavimento_Concreto:Ing_Mora.Com

2.9 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESEMPEÑO DE LOS PAVIMENTOS

- ✚ Tráfico.
- ✚ Clima.
- ✚ Geometría del Proyecto (Diseño Vial).
- ✚ Posición de la estructura.
- ✚ Construcción y Mantenimiento.

I. Tráfico

- A. Carga bruta y presión de llanta
- B. Propiedades del terreno de fundación y materiales del pavimento
- C. Repetición de carga
- D. Radio de influencia de carga
- E. Velocidad
- F. Eje y configuración de rueda

II. Clima

Precipitación pluvial (Aquaplaning).

- A. Expansión por congelamiento.
- B. Deshielo del inicio de primavera
- C. Contracción y expansión
- D. Congelamiento-deshielo y húmedo-seco

III. Geometría del proyecto (Diseño Vial)

- A. Distribución del Tráfico en el Pavimento

IV. Posición de la Estructura.

- A. Secciones de corte y relleno.

AUTORES: GOMEZ MARADIAGA SARA T.

GONZALEZ MATAMOROS MARCUS V.

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

- B. Profundidad del Nivel Freático.
- C. Deslizamientos y problemas relacionados.
- D. Depósitos ligeramente profundo.

V. Construcción y Mantenimiento

- A. Deficiencia en la Compactación del Terreno de Fundación y/o Cimiento
- B. Fallas: Instalación y Mantenimiento de Juntas
- C. Inadecuada colocación de Guías en los niveles (Mandiles o Reglas Metálicas)
Escarificado y eliminación de materiales superiores al especificado
- D. Durabilidad del Agregado (Árido) Partido (Fracturado)

**3. Pavimento_Concreto_Ing_Mora-PDF (2015) Samuel Mora. disponible en
http://Www.3.Pavimento_Concreto:Ing_Mora.Com**

2.10 TIPOS DE PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO

2.10.1 Pavimentos de Concreto Hidráulico Simple (PCH S)

- ✚ Sin elementos de transferencia de carga.
- ✚ Con elementos de transferencia de carga.

2.10.2 Pavimentos de Concreto Hidráulico con Refuerzo de Acero (PCH RA)

- ✚ Con refuerzo de acero no estructural.
- ✚ con refuerzo de acero estructural.
- Pavimentos de Concreto Hidráulico con Refuerzo Continuo (PCH RC)
- Pavimentos de Concreto Hidráulico Pre o Postensado (PCH PP)
- Pavimentos de Concreto Hidráulico Reforzado con Fibras (PCH RF)

3. Pavimento_Concreto_Ing_Mora-PDF (2015) Samuel Mora. disponible en http://Www.3.Pavimento_Concreto:Ing_Mora.Com

2.10.3 PCH S

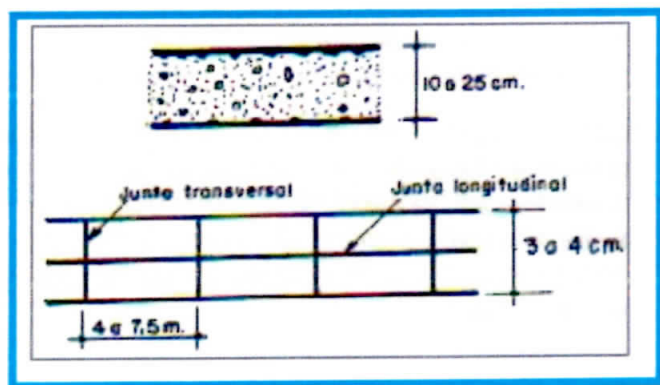
Pavimentos de Concreto Hidráulico Simple:

El concreto asume y resiste las tensiones producidas por el tránsito y las variaciones de temperatura y humedad

Sin elementos de Transferencia de Carga

Aplicación: Tráfico Ligero, clima templado y se apoya sobre la sub-rasante, en condiciones severas requiere del Cimiento granular y/o tratado, para aumentar la capacidad de soporte y mejorar la transmisión de carga.

Ilustración 8: sin elementos de transferencia de carga.



Fuente: Samuel Mora (2015). Ingeniero Civil. Gestion y normativa vial
Recuperado de: http://www.3.pavimento_concreto:ing_mora.com/2015

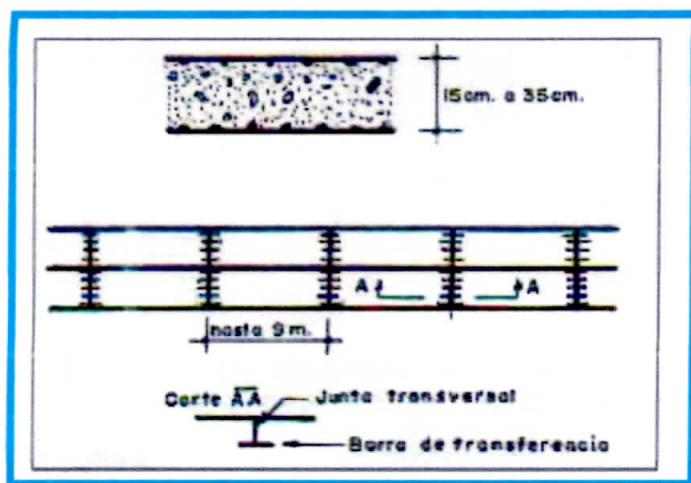
**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

✚ Con elementos de Transferencia de Carga o Pasadores

Pequeñas barras de acero, que se colocan en la sección transversal, en las juntas de contracción. Su función estructural es transmitir las cargas de una losa a la losa contigua, mejorando las condiciones de deformación en las juntas, enviando los desplazamientos verticales diferenciales (escalonamiento). Aplicación: Tráfico mayor de 500 Ejes Eq. De 18 Kips.

Ilustración 9: con elementos de transferencia de carga o pasadores



**Fuente: Samuel Mora (2015). Ingeniero Civil. Gestion y normativa vial
Recuperado de: http://www.3.pavimento_concreto:ing_mora.com/2015**

2.10.4 PCH RA

Pavimentos de Concreto con Refuerzo de Acero:

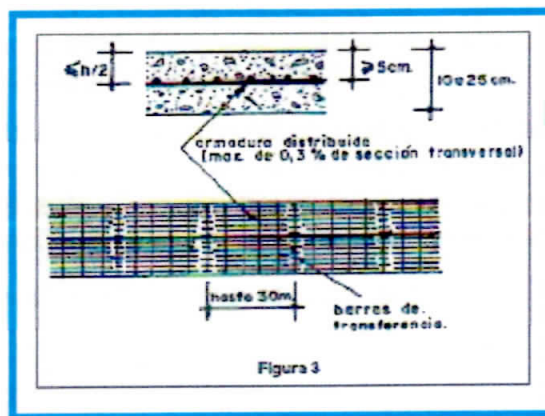
✚ PCH RA no Estructural.

El refuerzo no cumple función estructural, su finalidad es resistir las tensiones de contracción del concreto en estado joven y controlar los agrietamientos. Tienen el refuerzo de acero en el tercio superior de la sección transversal a no menos de 5cm. Bajo la superficie. La sección máx. de acero es de 0.3% de la sección transversal del Pavimento. Aplicación: Es restringida, mayormente a pisos Industriales.

**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

Ilustracion 10: Pavimentos de Concreto con Refuerzo de Acero no estructural

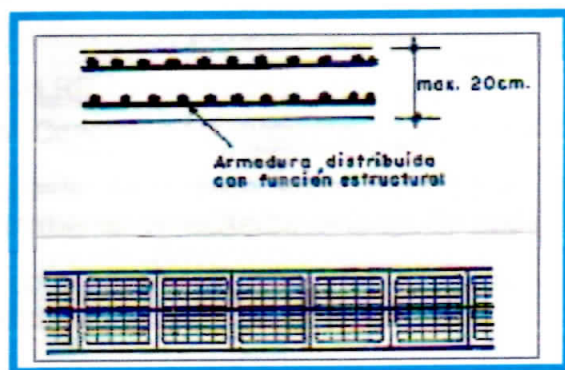


Fuente: Samuel Mora (2015). Ingeniero Civil. Gestion y normativa vial
Recuperado de: http://www.3.pavimento_concreto:ing_mora.com/2015

PCH RA Estructural.

El refuerzo de acero asume tensiones de tracción y compresión, por lo que es factible reducir el espesor de la losa hasta 10 o 12 cm. Aplicación: Pisos Industriales, las losas resisten cargas de gran magnitud.

Ilustracion 11 : Pavimentos de Concreto con Refuerzo de Acero estructural



Fuente: Samuel Mora (2015). Ingeniero Civil. Gestion y normativa vial
Recuperado de: http://www.3.pavimento_concreto:ing_mora.com/2015

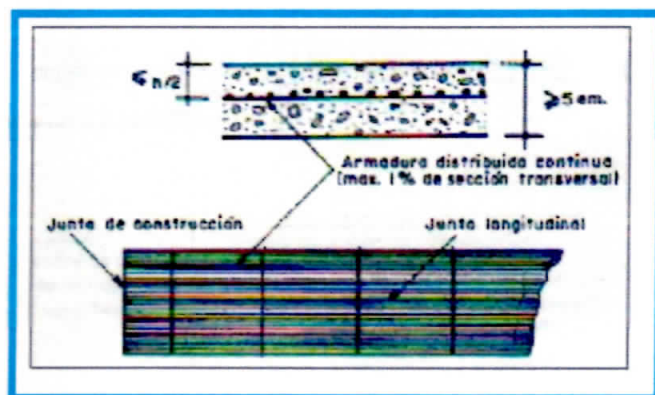
2.10.5 PCH RC

Pavimentos de Concreto Hidráulico con Refuerzo Continuo.

El refuerzo asume todas las deformaciones, en especial las de temperatura, eliminando las juntas de contracción, quedando solo las juntas de construcción y de dilatación en la vecindad de alguna obra de arte.

La fisura es controlada por una armadura continua en el medio de la calzada, diseñada para admitir una fina red de fisuras que no comprometan el buen comportamiento de la estructura del pavimento. Aplicación: En la Parkway USA, zonas de clima frío, recubrimientos en pavimentos deteriorados.

Ilustración 12: Pavimentos de Concreto hidráulico con refuerzo continuo.



Fuente: Samuel Mora (2015). Ingeniero Civil. Gestion y normativa vial
Recuperado de: http://www.3.pavimento_concreto:ing_mora.com/2015

2.10.6 PCH PP - PCH RF

🚦 Pavimentos de Concreto Hidráulico Pre o Pos-tensado.

Su desarrollo es limitado, la primera experiencia es en el Aeropuerto de Orly (Paris 1948) y posteriormente en el Aeropuerto de Galeao (Río de Janeiro).

El diseño trata de compensar su costo vs disminución del espesor, presenta problemas en su ejecución y mantenimiento.

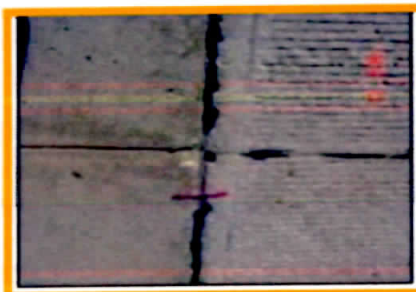
🚦 Pavimentos de Concreto Hidráulico Reforzado con Fibras.-

Incorpora fibras metálicas, de propileno, carbón, etc. con excelentes resultados en Aeropuertos y sobre capas delgadas de refuerzo. El diseño es más estructural y de buen comportamiento mecánico, pero sus costos y los cuidados requeridos en su ejecución, dificultan su Desarrollo.

CAPITULO III

DETERIORO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS.

En el presente capítulo se presenta una descripción de los diferentes tipos de daños que puede presentar un pavimento rígido.



Deterioros En Pavimentos Flexibles Y Rígidos -Tesis Para Optar Al Título De Ingeniero Constructor-PDF (2010) Adolfo Montiel Mancilla. Disponible En cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf

3 TIPOS DE DAÑOS DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS

Se presenta una descripción de los diferentes tipos de daños que puede presentar un pavimento rígido, los cuales fueron agrupados en cuatro categorías generales:

- ✚ Juntas
- ✚ Fisuras y grietas
- ✚ Deterioro superficial.
- ✚ Otros deterioros.

Cada uno de los daños correspondientes a cada categoría se describe a continuación, presentando su definición y sus posibles causas. Las fotografías relacionadas con cada tipo de daño, se presentan a medida que se describe cada uno de ellos.

Deterioros En Pavimentos Flexibles Y Rígidos -Tesis Para Optar Al Título De Ingeniero Constructor-PDF (2010) Adolfo Montiel Mancilla. Disponible En cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf

3.1 JUNTAS.

3.1.1 Deficiencias del Sellado.

Se refiere a cualquier condición que posibilite la acumulación de material en las juntas o permita una significativa infiltración de agua. La acumulación de material incompresible impide el movimiento de la losa, posibilitando que se produzcan fallas, como levantamiento o despostillamientos de juntas.

Posibles causas:

Las causas más frecuentes para que el material de sello sea deficiente, son:

- ✚ Endurecimiento por oxidación del material de sello.
- ✚ Pérdida de adherencia con los bordes de las losas.
- ✚ Levantamiento del material de sello por efecto del tránsito y movimientos de las losas.
- ✚ Escasez o ausencia del material de sello
- ✚ Material de sello inadecuado.

Ilustración 13: deficiencia del sellado



Fuente: Ing. Constructor Ricardo Javier Miranda (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Recuperados de: <http://www.cybertesis.uach.cl/tesis/uach>

3.1.2 Juntas saltadas.

Rotura, fracturación o desintegración de los bordes de las losas dentro de los 0.50 metros de una junta o una esquina y generalmente no se extiende más allá de esa distancia. Además no se extiende verticalmente a través de la losa sino que intersectan la junta en ángulo.

Posibles causas:

- Los despostillamientos se producen como consecuencia de diversos factores que pueden actuar aislada o combinadamente; excesivas tensiones en las juntas ocasionadas por las cargas del tránsito y/o por infiltración de materiales incompresibles; debilidad del hormigón en la proximidad de la junta debido a un sobre acabado y excesiva disturbación durante la ejecución de la junta; deficiente diseño y/o construcción de los sistemas de transferencia de carga de la junta; acumulación de agua a nivel de las juntas.

Ilustración 14: juntas saltadas



Fuente: Ing. Constructor Ricardo Javier Miranda (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Recuperados de: <http://www.cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010>

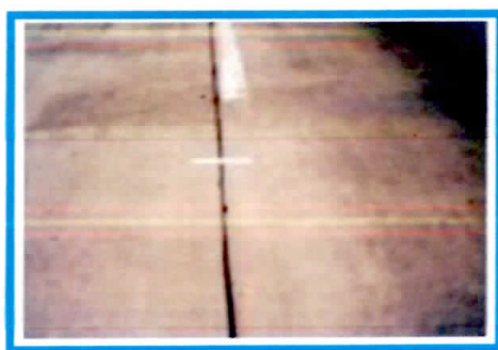
3.1.3 Separación de la junta longitudinal.

Corresponde a una abertura de la junta longitudinal del pavimento. Este tipo de daño se presenta en todos los tipos de pavimentos rígidos.

Posibles causas:

- ✚ Contracción o expansión diferencial de losas debido a la ausencia de barras de anclajes entre carriles adyacentes.
- ✚ Desplazamiento lateral de las losas motivado por un asentamiento diferencial en la sub-rasante.
- ✚ Ausencia de bermas.

Ilustración 15: separación de la junta longitudinal.



Fuente: Ing. Constructor Ricardo Javier Miranda (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Recuperados de: <http://www.cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010>

3.2 GRIETAS.

3.2.1 Grietas de esquina. Es una fisura que intersecta la junta o borde que delimita la losa a una distancia menor de 1.30 m a cada lado medida desde la esquina. Las fisuras de esquina se extienden verticalmente a través de todo el espesor de la losa. Posibles Causas: Son causadas por la repetición de cargas pesadas (fatiga del hormigón) combinadas con la acción drenante, que debilita y erosiona el apoyo de la fundación, así como también por una deficiente transferencia de cargas a través de la junta, que favorece el que se produzcan altas deflexiones de esquina.

Ilustración 16: grietas de esquinas



Fuente: Ing. Constructor Ricardo Javier Miranda (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Recuperados de: <http://www.cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010>

2.2.2 Grietas Longitudinales.

Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente paralela al eje de la carretera, dividiendo la misma en dos planos.

Posibles causas:

- ✚ Son causadas por la repetición de cargas pesadas, pérdida de soporte de la fundación, gradientes de tensiones originados por cambios de temperatura y humedad, o por las deficiencias en la ejecución de éstas y/o sus juntas longitudinales. Con frecuencia la ausencia de juntas longitudinales y/o losas, con relación ancho / longitud excesiva, conducen también al desarrollo de fisuras longitudinales.

Ilustración 17: grietas longitudinales



Fuente: Ing. Constructor Ricardo Javier Miranda (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Recuperados de: <http://www.cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010>

2.2.3 Grietas transversales.

Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente perpendicular al eje del pavimento, o en forma oblicua a este, dividiendo la misma en dos planos. Posibles Causas: Son causadas por una combinación de los siguientes factores: excesivas repeticiones de cargas pesadas (fatiga), deficiente apoyo de las losas, asentamientos de la fundación, excesiva relación longitud / ancho de la losa o deficiencias en la ejecución de éstas. La ausencia de juntas transversales o bien losas con una relación longitud / ancho excesivos, conducen a fisuras transversales o diagonales, regularmente distribuidas o próximas al centro de las losas, respectivamente. Variaciones significativas en el espesor de las losas provocan también fisuras transversales.

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

Ilustración 18: grietas transversales.



Fuente: Ing. Constructor Ricardo Javier Miranda (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Recuperados de: <http://www.cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010>

2.3 DETERIORO SUPERFICIAL.

2.3.1 Fisuramiento por retracción (tipo malla).

Es la rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden de 5 a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de hormigón. Por fisuras capilares se refiere a una malla o red de fisuras superficiales muy finas, que se extiende solo a la superficie del concreto. Las mismas que tienden a intersectarse en ángulos de 120°.

Posibles causas:

- ✚ Las fisuras capilares generalmente son consecuencia de un exceso de acabado del hormigón fresco colocado, produciendo la exudación del mortero y agua, dando lugar a que la superficie del hormigón resulte muy débil frente a la retracción. Las fisuras capilares pueden evolucionar en muchos casos por efecto del tránsito, dando origen al descascaramiento de la superficie, posibilitando un desconchado que progresa tanto en profundidad como en área. También pueden observarse manifestaciones de descascaramiento en pavimentos de hormigón armado, cuando las armaduras se colocan muy próximas a la superficie.

Ilustración 19: fisuramiento por retracción (tipo malla)



Fuente: Ing. Constructor Ricardo Javier Miranda (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Recuperados de: <http://www.cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010http://www.cybertesis.uach.cl>

2.3.2 Desintegración.

Progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino desprendido de matriz arena cemento del hormigón, provocando una superficie de rodamiento rugosa y eventualmente pequeñas cavidades. Posibles causas: Son causadas por el efecto abrasivo del tránsito sobre hormigones de pobre calidad, ya sea por el empleo de dosificaciones inadecuadas (bajo contenido de cemento, exceso de agua, agregados de inapropiada granulometría), o bien por deficiencias durante su ejecución (segregación de la mezcla, insuficiente densificación, curado defectuoso, etc.).

Ilustración 20: desintegración



Fuente: Ing. Constructor Ricardo Javier Miranda (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Recuperados de: <http://www.cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010>

2.3.3 Baches

Descomposición o desintegración la losa de hormigón y su remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares.

Posibles causas:

Los baches se producen por conjunción de varias causas: fundaciones y capas inferiores inestables; espesores del pavimento estructuralmente insuficientes; defectos constructivos; retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas. La acción abrasiva del tránsito sobre sectores localizados de mayor debilidad del pavimento o sobre áreas en las que se han desarrollado fisuras en bloque, que han alcanzado un alto nivel de severidad, provoca la desintegración y posterior remoción de parte de la superficie del pavimento, originando un bache.

Ilustración 21: baches



Fuente: Ing. Constructor Ricardo Javier Miranda (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Recuperados de: <http://www.cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010>

2.4 OTROS DETERIOROS.

2.4.1 Levantamiento localizado.

Sobre-elevación abrupta de la superficie del pavimento, localizada generalmente en zonas contiguas a una junta o fisura transversal.

Posibles causas:

- ✚ Son causadas por falta de libertad de expansión de las losas de hormigón, las mismas que ocurren mayormente en la proximidad de las juntas transversales. La restricción a la expansión de las losas puede originar fuerzas de compresión considerables sobre el plano de la junta. Cuando estas fuerzas no son completamente perpendiculares al plano de la junta o son excéntricas a la sección de la misma, pueden ocasionar el levantamiento de las losas contiguas a las juntas, acompañados generalmente por la rotura de estas losas.

Ilustración 22: levantamiento localizado.



Fuente: Ing. Constructor Ricardo Javier Miranda (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Recuperados de: <http://www.cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010>

3.4.2 Escalonamiento de juntas y grietas.

Es una falla provocada por el tránsito en la que una losa del pavimento a un lado de una junta presenta un desnivel con respecto a una losa vecina; también puede manifestarse en correspondencia con fisuras.

Posibles causas:

- ✚ Es el resultado en parte del ascenso a través de la junta o grieta del material suelto proveniente de la capa inferior de la losa (en sentido de la circulación del tránsito) como también por depresión del extremo de la losa posterior, al disminuir el soporte de la fundación. Son manifestaciones del fenómeno de bombeo, cambios de volumen que sufren los suelos bajo la losa de hormigón y de una deficiente transferencia de carga entre juntas.

Ilustración 23: escalonamientos de juntas y grietas



Fuente: Ing. Constructor Ricardo Javier Miranda (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Recuperados de: <http://www.cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010>

3.4.3 Descenso de la berma.

Diferencia de nivel entre la superficie de la losa respecto a la superficie de la berma, ocurre cuando alguna de las bermas sufre asentamientos.

Posibles causas:

Las principales causas del descenso de berma son:

- ✚ Asentamiento de la berma por compactación insuficiente.
- ✚ En bermas no revestidas: por la acción del tráfico o erosión de la capa superficial por agua que escurre desde el pavimento hasta el borde exterior de la losa
- ✚ Inestabilidad de la banca.

Ilustración 24: descenso de la berma.



Fuente: Ing. Constructor Ricardo Javier Miranda (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos (2010). Recuperados de: <http://www.cybertesis.uach.cl/tesis/uach>

3.4.4 Separación entre berma y pavimento

Incremento en la abertura de la junta longitudinal entre la berma y el pavimento.

Posibles causas:

- ✚ Las causas más probables de la separación entre berma y pavimento son:
- ✚ Compactación insuficiente en la cara lateral del pavimento.
- ✚ Escurrimiento de agua sobre la berma cuando existe un desnivel entre ella y el pavimento.

Ilustración 25: separación entre berma y pavimento.



Fuente: Ing. Constructor Ricardo Javier Miranda (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Recuperados de: <http://www.cybertesis.uach.cl/tesis/uach>

3.4.5 Parches deteriorados.

Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente, también un parchado por reparación de servicios públicos es un parche que se ha ejecutado para permitir la instalación o mantenimiento de algún tipo de servicio público subterráneo. Los parchados disminuyen la serviciabilidad de la pista, al tiempo que pueden constituir indicadores, tanto de la intensidad de mantenimiento demandado por una carretera, como la necesidad de reforzar la estructura de la misma.

En muchos casos, los parchados, por deficiente ejecución dan origen a nuevas fallas.

Posibles causas:

- ✚ En el caso de parches asfálticos, capacidad estructural insuficiente del parche o mala construcción del mismo.
- ✚ En reemplazo por nuevas losas de hormigón de espesor similar al del pavimento existente, insuficiente traspaso de cargas en las juntas de contracción o mala construcción.

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

- ✚ En parches con hormigón de pequeñas dimensiones, inferiores a una losa, retracción de fraguado del hormigón del parche que lo despega del hormigón antiguo.

Ilustración 26: parches deteriorados.



Fuente: Ing. Constructor Ricardo Javier Miranda (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Recuperados de: <http://www.cybertesis.uach.cl/tesis/uach>

3.4.6 Surgencia de finos.

Es la expulsión de finos a través de las juntas o fisuras, ésta expulsión (en presencia de agua) se presenta por la deflexión que sufre la losa ante el paso de cargas. Al expulsar agua esta arrastra partículas de grava, arena, arcillas o limos generando la pérdida del soporte de las losas de concreto.

El bombeo se puede evidenciar por el material que aparece tanto en juntas y fisuras de la losa como en la superficie del pavimento.

Posibles causas:

- ✚ Presencia de agua superficial que penetra entre la base y la losa de hormigón.
- ✚ Material erodable en la base.
- ✚ Tráfico de vehículos pesados frecuente.
- ✚ Transmisión inadecuada de cargas entre losas.

Ilustración 27: sugerencia de finos.



Fuente: Ing. Constructor Ricardo Javier Miranda (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Recuperados de: <http://www.cybertesis.uach.cl/tesis/uach>

3.4.7 Fragmentación múltiple.

Fracturamiento de la losa de hormigón conformando una malla amplia, combinando fisuras longitudinales, transversales y/o diagonales, subdividiendo la losa en cuatro o más planos.

Posibles causas:

- ✚ Son originadas por la fatiga del concreto, provocadas por la repetición de elevadas cargas de tránsito y/o deficiente soporte de la fundación, que se traducen en una capacidad de soporte deficiente de la losa.

Ilustración 28: fragmentación múltiple.



Fuente: Ing. Constructor Ricardo Javier Miranda (2010) Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Recuperados de: <http://www.cybertesis.uach.cl/tesis/uach>

CAPITULO IV

NOTAS GENERALES DE CONSTRUCCION, ETAPAS Y SUB-ETAPAS Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL PROYECTO PISTA LARREYNAGA.

En este capítulo se describe las etapas y sub etapas que se lleva a cabo para cada proyecto; y la metodología y a la vez la utilización de los equipos que se manejan en el proyecto.



Fuente : (Propia 2015)

4 NOTAS GENERALES DE CONSTRUCCION UTILIZADA EN EL PROYECTO PISTA LARREYNAGA

En este capítulo describimos las especificaciones técnicas que lleva el proyecto conforme los planos brindados por la ALCALDIA DE MANAGUA (ALMA 2015) que son : planos topográficos , planta de conjunto, muro de contención, Detalles típicos de vialidad y notas generales, secciones transversales.

- **CONCRETO:**

Se usara clase A especificación (NIC-2000) de 280 Kg/Cm² a los 28 días, este se aplicara a losa, estribo, viga de asiento, guarniciones, andenes en voladizo postes de barandas.

- **ACERO DE REFUERZOS:**

Se usara acero estándar conforme las normas ASTM N.A-615, cuyo límite de fluencia sea 60,000 PSI, recubrimiento 2 pulg. O lo que indique los planos, traslape hasta de 24 Ø ira en la losa, estribo, viga de asiento, guarniciones, andenes y postes de barandas.

- **CONSTRUCCION:**

Se hará conforme especificaciones generales para construcción de puentes, caminos y calles (NIC-2000)

- **ESPECIFICACIONES:**

Se diseñó conforme A.A.S.H.T.O 1992, ACI 318-83 carga móvil: H-20-44. De una vía con 2 carriles de circulación más 30% de impacto.

- **BARANDAS:**

Los verticales o postes de concreto reforzado irán sobre los guarniciones y andenes. Los pasamanos serán de tubos galvanizados Ø= 2 ½"

- **PINTURA:**

Todos los elementos de acero serán pintados con las siguientes indicaciones:

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

1. Capa imprimación: pintura de mini-óxido de hierro.
2. Capa de campo: pintura de mini-óxido de hierro.
3. Capa de campo: pintura para puente color verde follaje.

• CIMENTACIONES:

Se debe realizar un mejoramiento de suelo-cemento de 60 cms de espesor. La proporción se logrará mezclando 3 bolsas de cemento por cada m³ de suelo-cemento el cual se colocará en capas de 15 cms.

• DRENAJE PLUVIAL:

1. Todas las dimensiones están expresadas en metros a excepción de las indicadas.
2. Las cajas y canales pluviales serán de concreto reforzado con malla electro soldada 2/2.
3. El canal en la margen sur tendrá tapa de platina en toda su longitud (0+000 A 0+220)
4. Las cajas de cruce serán de concreto reforzado con malla electro soldada 2/2.
5. La parrilla para el canal # 2 será de platina de acero de 1 1/2 "x 1/8", unidas con soldadura E 6012, de 1/32" de espesor, estas platinas se apoyaran sobre angular de 4"x4" x 1/8" y deberán quedar a nivel con el andén.
6. Toda el área sobre el cual se construirán estructura hidráulica de menor tamaño se compactará al 95% proctor standard.
7. El cemento será PORTLAND tipo I y deberá cumplir con las especificaciones ASTM C-150.
8. Se usará concreto con resistencia mínima de 3500 PSI a los 28 días.
9. El lecho de todas las obras a construir deberán ser compactadas al 95 % proctor standard sin embargo, en el caso de encontrar material inestable a partir del nivel del desplante, se excavará 0.60 m de profundidad y se sustituirá el material con mezcla de suelo-cemento.
10. Se hará abertura a pared de cajas túneles adyacentes a calzada para construir vertederos.
11. El suelo cemento será en proporción de 3 bolsas de cemento por m³ de suelo no orgánico.

• PRUEBA DE COMPACTACIÓN

Las pruebas de compactación se realizarán una vez que el suelo este bien compactado, pero durante el proceso de compactación realizamos pruebas empíricas como utilizar la punta de una pala o una varilla de acero para ver si el suelo está bien compactado, ya que no

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

se brinda con el equipo de laboratorio hasta que este, demuestre una buena compactación. Visto esto se procede a hacer las pruebas de terracería con sus respectivas pruebas de laboratorio.

4.1 OBSERVACIONES DE CAMPO

Se hace las siguientes observaciones en el proyecto PISTA LARREYNAGA (Tramo Mercado Mayoreo- Villa Dignidad)

Inicialmente realizamos un recorrido por los alrededores de la obra en construcción donde posteriormente apreciamos la primera parte del proyecto ya que se divide en dos partes la primera, inicia del Mayoreo 0 + 1200 llegando hasta una calle de adoquinado luego la segunda parte 0+ 3200 saliendo a ciudad Belén pasando por la parte posterior del Aeropuerto Internacional Augusto Cesar Sandino.

El proyecto: Construcción de Prolongación Pista Larreynaga hecha de concreto hidráulico por la empresa Concretos y más, consta de aproximadamente 4.5 km en donde costa de un personal de 34 trabajadores.

- Ing. Francisco Montalban – Ing. A cargo
- Ing. Enrique Estrada – Supervisor Distrito 6 Alcaldía de Managua
- Ing. Jefry González – Residente
- Ing. Jonathan Zamora – Segundo al mando

Para el tirado de concreto necesitamos temperaturas óptimas por lo cual, los ingenieros optan por tirar en concreto en hora de la madrugada al anochecer o en la noche misma según estén listas las actividades necesarias previas a esta. Esta construcción se hará conforme a las especificaciones Generales para construcción de puentes, caminos y Calles (NIC- 2000).

El espesor de la base es de 20 cm, para una vida útil de 50 años o más según el mantenimiento que requiera.

El costo inicial es de 110 millones de dólares, Inicio de la obra 16 Junio y su entrega será en febrero. Para el formateo necesitamos dos piezas una arriba y otra abajo. Su movimiento de tierra es de 900 m el primer tramo el cual para su base se utiliza material selecto y hormigón un 50 % cada uno, se necesita bastante agua para una buena compactación tomando en cuenta la cantidad necesaria para el mismo donde es recomendable abrir media llave del camión que hace el respectivo riego.

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

El material selecto es del banco Los Martínez, Jilola y el hormigón de Veracruz. De la chapa topográfica 15 cm arriba es el llenado.

El primer tramo posee un 80 – 95 % el material extraído de la superficie a través del movimiento de tierra lo examinamos manualmente para limpiarlo de desechos como ramas, bolsas, raíces entre otros. A esta capa le falta la carpeta de hormigón y material selecto, en este tramo hay un cauce en donde el movimiento de tierra queda 30 m atrás de él, en este cauce natural se realizara un puente de vigas pretensadas de 45000-50000 PSI, en la primer semana se preparan aproximadamente 200 m.

A esta construcción se le aplica curasol para evitar el curado que comúnmente conocemos que es con agua durante cierto tiempo después de hacer la obra para que alcance su resistencia máxima.

Los tacos que se ubican en la zona a seguir, por donde va la obra son de diferentes colores los azules nos indican relleno de tierra y los rojos nos indican cortes, esta obra tiene 3 puentes a realizar en la primera parte donde es el cauce 31 de diciembre el segundo es en un cauce natural y el tercero para entrar a ciudad Belén ambos son parte de la segunda etapa del proyecto. Es esta obra se han tirado más de 40000 m de materiales.

31/08/2015

Avance de la primera etapa de movimientos de tierra haciendo la base de material mixto (hormigón y material selecto) a su vez hidratando para una mejor compactación.

Se realizaron la construcción de muros de contención con piedra cantera, junto con la ubicación de llorones para el paso del agua que se acumulan en los laterales derechos del mismo, los cuales se localizan en los espacios de cada piedra donde realizamos tirado de cemento dejando cubiertos los llorones que son tubos de pvc con diámetro 1 ½" se colocan cada 120cm.

Se realizó movimiento de tierra donde se utiliza maquinaria pesada, el patrol (moto niveladora) junto con la topadora (bulldozer) cada movimiento de tierra al rellenar y cortar seguida posteriormente del mojado el cual se espera ¼ de hora para nuevamente seguir con los rellenos que son señalados por el topógrafo con estacas de color azul y rojo utilizando de instrumento estación total.

01/09/2015

Seguimos dándole continuidad a los movimientos de tierra y nivelación. Se hace excavación y se examina cuidadosamente la tierra para limpiarla de desechos como raíces, bolsas, ramas etc.

Luego de eso juntamos la tierra una vez examinada y nuevamente procedemos a expandirlas sobre la vía a realizar nivelándola y compactándola. Una vez realizado esto después de varias repeticiones hasta conseguir el nivel indicado procedemos a regar el material mixto (material selecto y hormigón) seguido de nivelación, compactación e hidratación, seguidamente se hace el tirado del concreto el cual se hace de las 7:00 pm a 4:00 am.

Este proyecto es realizado por el gobierno de Nicaragua.

Alcaldía de Managua-Dirección General de proyectos.

Dirección Específica de Proyectos Municipales Mejoramiento Vial

Durante el primer tramo tenemos un flujo de aguas residuales que cruzan de manera transversal la vía en donde se hizo una zanja alternativa para desviar el agua a una sola dirección, mientras se construye el canal de desagüe.

Los cortes y rellenos se hacen de Escala 1:50 horizontal 1:100 vertical en sección transversal. Calculamos área de diferentes puntos en cortes y rellenos la empresa de cementos y más se encarga de toda su maquinaria, combustible y el operador.

Realizamos dados que sirven para separación de mallas o en los amarres de vigas para que estas eviten tener contacto con el suelo y estén elevadas sobre las mismas, cada dado mide 9 cm según su ubicación en donde vayan a ubicarse.

Estas se utilizarán para las cunetas que llevarán una malla extra soldada de $\frac{1}{4}$ varilla corrugada, el ancho del andén peatonal en donde se realizara la cuneta que ira debajo de esta es de 2 m.

Ilustración 29: dados de cemento.



Fuente: propia (2015)

02/09/15

Continuamos con movimientos de tierra, en la sección antes del cauce ya procedimos a colocar el material mixto. La sección después del cauce se continúa con nivelación, topografía, a su vez que limpieza del banco de materiales.

Ilustración 30: Sección antes y después del cauce



Fuente: propia (2015)

La primera etapa llega hasta el punto 1+1200 seguido de la segunda etapa . En la primera del punto 0+320 hasta la 1+1200 realizamos construcción de muros de contención, llores y acabados.

La proporción estimada en compactación estándar proctor es de 95 – 100% el terreno que se está trabajando es del 97 % lo cual cumple con las medidas

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

estándares establecidas es decir una compactación aceptable y la medida de la pasta de elasticidad en resistencia de materiales es del 0-10 %.

En cada nivelación de 20 cm (cada capa de material) se hace regada de agua. Una vez nivelada la terracería hasta el tope del taco, se hace la prueba de laboratorio si está dentro de los estándares se procede al riego de material mixto.

En topografía utilizamos la estación total el cual nos facilita el trabajo ya que es un aparato electro-óptico tiene 15 programas replanteo, coordenadas, desplazamiento, topografía, MDR, MER etc. Hoy practicamos el replanteo metiendo datos ya establecidos apuntando al prisma que se encuentra en cualquier punto. El replanteo se basa en verificar la nivelación, rasante y sub rasante.

Por ejemplo: Para replantear y buscar el nivel de terracería que es de 0.35 m tomamos los datos de la altura original que ya está dentro de los datos encontrados le restamos los 0.35 que es el grosor de su nivel, si es el nivel de base restamos 0.15 m.

La trisección nos tira las distancias de una sola vez sin necesidad de medir cada 10 o 20 m desde el prisma hasta la estación total. Las marcas mejor recomendadas según el topógrafo Jonathan Rojas son Leyka y Sokkia valorados cada uno en \$ 8000.

Ilustración 31: utilización de la estación total.



Fuente: propia (2015)

Ilustración 32: bordillos y muros de contención



Fuente: propia (2015)

Los bordillos de la pista de la primera parte no llevan refuerzos, el pasa juntas de las losas son de varillas lisas de $\frac{3}{4}$ pulgadas.

El corte del concreto es de $\frac{1}{3}$ espesor de la losa.

03/09/2015

Continuamos con movimientos de tierra, nivelación y compactación, de la primera etapa del 0+000 a 0+360 solamente se está compactando lo que es el material mixto, esta parte de la primera etapa ya está en su mayoría nivelada al observar en las siguientes imágenes del nivel de terracería.

Del punto 0+360 pasando el cauce seguimos con nivelación e hidratación del suelo hasta el punto 0+560 es decir 200 m y del punto 0+560 hasta el punto 0+700 se está haciendo lo que es movimiento de tierra, excavación y limpieza del material es decir en 140 m.

A su paso se presentan en la vía, tuberías subterráneas de agua potable las cuales se realizara un borde de concreto donde se les permita tener acceso por cualquier imperfecto en las mismas.

Los camiones de carga tienen una capacidad de 12 y 14 toneladas. Su periodo de traslado en ir al banco de material es de 14 minutos, su cargado es de 3 minutos, su retorno es de 15 minutos y su descarga es de 1 minuto lo cual hace un ciclo de 33 minutos. Dependiendo de la velocidad del camión.

Ilustración 33: cargador frontal y camión de acarreo.



Fuente: propia (2015)

Las cisternas utilizadas tienen capacidad de 2000 galones, su promedio de riego es de 8 vueltas si es un riego liviano, es decir, humedecer la tierra más que todo superficialmente pero si queremos humedecerla a fondo con bastante intensidad realiza un promedio de 4 vueltas corroborando con el operador de la misma el señor José Antonio Flores. Su periodo de traslado a la bomba de donde sustraen el agua potable en ir son 5 minutos, en llenar 5 minutos y en retorno al proyecto es de 6 minutos, es decir que tiene un ciclo de 16 minutos. Dependiendo de la velocidad de la cisterna.

08/09/2015

Elaboración de las mallas que van ubicadas en las cunetas las pequeñas (mallas electro soldadas 6 x2.35 m) van en dirección al norte y las cajas grandes al sur que están hechas de varillas #4 de 6m de longitud cada una.

Las mallas electro-soldadas: Son estructuras de acero planas formadas por varillas de acero dispuestas en forma ortogonal y electro soldadas en los puntos de encuentro. Se presentan en una gran variedad de secciones, cuadrículas y diámetros de varillas según su aplicación final. Este tipo de mallas es fabricado de acuerdo con las normas internacionales ASTM A-497 y A-496.

Ilustración 34: mallas electro soldadas 6 X 2.35 m



Fuente: propia (2015)

Imprevistos en la obra. Un poste de tendido eléctrico en vía donde hay nivelación y compactación responsable de moverlo Enatrel.

Se avanzó en traslado de material para relleno hasta el punto 0+920 de la segunda etapa, del punto 0+700 hasta el 0+920 es decir 220 m.

Nivelar hasta el punto 0+690 riego de agua con la cisterna, material selecto hasta el punto 0+670 compactación hasta el punto 0+590.

Mantenimiento y reparación de maquinaria camión de carga y retroexcavadora modelo ZL30G.

Traslado de material selecto del banco los Martínez tiempo promedio camión de carga de 12 toneladas, ida 56 min espera en cargar 12 min carga 1 min retorno a la obra 68 min descarga 1 min velocidad promedio de 20 a 30 km según el tráfico, con tráfico pesado 15 a 25 km. El hormigón se trae de villa sol en las cercanías de Agrenic.

Ilustración 35: material selecto banco los martinez.



Fuente: propia (2015)

Para el sello de las líneas en el concreto hidráulico se utilizó Master Seal SL1 Sellador de Poliuretano de Alto Desempeño Autonivelante.

09/09/2015

Nivelación de material en la primera parte de la etapa antes de llegar al cauce natural es decir del punto 0+330 al punto 0+370. Esta parte está casi es su totalidad nivelada.

Traslado de material mixto el punto 0+870 se avanzó 100 m, hasta el punto 0+930 traslado de tierra para nivelación.

Las bombas de agua potable ENACAL, se encuentran en los alrededores de la construcción en su mayoría en parte posterior del aeropuerto que dan justo al paso de la pista son en total 10 bombas las cuales abastecen a la ciudad capital las Mercedes, Américas hasta el nuevo diario a su vez a la población que se encuentran en las cercanías de la obra.

Banco de material los Martínez nos transportamos al sitio en un camión con capacidad de 14 toneladas.

Imprevistos: 5 minutos de lluvia se inundó la excavación donde irán los canales, a los alrededores de la zona donde está la bodega y la oficina (champa) rebalsando el paso provisional que se encuentra frente a la bomba de enacal, arrastrando desechos a su paso.

Ilustración 36: motoniveladora se atascó en el cauce natural.



Fuente: propia (2015)

Otro imprevisto fue que se solicitó la malla electro soldada 2x2 con diámetro de 6.67 mm y llevaron una malla de menor diámetro la 6x6 de 4.88 mm mucho menor que la solicitada, esto se da debido a que la diferencia entre las mallas es difícilmente visible y suelen confundirlas unas con otras.

10 septiembre 2015

Falta de relleno de material mixto del punto 0+350 al punto 0+380 es decir 30 m del lado izquierdo de la segunda etapa del proyecto antes de llegar al cauce natural, en esta sección hay una curva con cierta inclinación del lado izquierdo para un mejor manejo de los vehículos, por lo que proseguimos a rellenar más hasta llegar al tope de la estaca señalada.

Topografía replanteo para confirmar los puntos e indicaciones se encuentren correctamente. Movimiento de tierra del punto 0+890 al punto 0+970 con retroexcavadora.

Movimiento de lodo en la calle que se encuentra en la parte trasera de la oficina provisional y de la bodega, la limpieza se hizo con el objetivo para que los vehículos pudieran pasar ya que con la cantidad del lodo que se formó por la lluvia del día anterior se hacía muy difícil el manejo sobre ella. También se retrasó la excavación de las cunetas ya que la lluvia destruyó parte de las señalizaciones donde se excavaría y perdió parte de los instrumentos de trabajo.

**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

También se encontraron desechos en el pase del cauce a causa de la lluvia del día anterior.

Ilustración 37: desechos en el cauce.



Fuente: propia (2015)

25 septiembre 2015

Chorreado de concreto para el cuneteado en mallas electro soldadas. Aparte de utilizar el Sho-HD Night – lite Pro II para la iluminación nocturna también la utilizamos como vibrador para una mejor mezcla del concreto donde quede bien juntada y no hallan espacios de aire. Siempre antes de hacer el tirado del concreto debemos hidratar el suelo para que baje su nivel a un estado natural como lo estará en caso de que allá humedad por lo que regamos la tierra antes, así el concreto cae sobre una superficie la cual, ya está en estado húmedo ya que si lo hacemos con la tierra seca, al momento de una lluvia o filtración de agua la tierra se hundirá un poco y el concreto quedara en el aire y es ahí donde se dan las fracturas del mismo.

Ilustración 38: chorreado del concreto



Fuente: propia (2015)

Chorreado del concreto en la parte final de la primera etapa antes de llegar al adoquinado es decir del punto 1+140 al punto 1+190. Una vez ya nivelada la terracería proseguimos al tirado del concreto antes que nada señalamos con unos tubos de metal en los cuales tiene vigas de hierro adheridas a él señalando los 15 cm de grosor luego de eso tiramos en concreto, después proseguimos a la vibración del mismo, seguidamente la nivelación, afinamos con la flota la superficie luego la bellota y esperamos un tiempo para que se endurezca un poco y hacemos el rastrillado para que los vehículos y la carpeta tengan una mejor fricción. Las formaletas son de 3 m ancho y de alto 16 cm en la cuales utilizamos dos.

Hacemos la limpieza de la mezcladora antes, durante y después del tirado del concreto para que este se deslice mejor por la coladera, seguido hacemos la nivelación entre la calle adoquinada y la calle en construcción.

Compactación y nivelación del punto 0+930 hasta 1+200 es decir 200m. Limpieza de material de relleno, topografía replanteo de los puntos movimientos de tierra y traslado de material para relleno y nivelación.

Los canales están diseñados como caja túnel la cual tiene vertedor de agua de 0.10m

29 septiembre 2015

Seguimos con el cuneteado, una vez que ya se solidifico la primera parte del chorreado del concreto proseguimos a tirar más concreto en lo que falta del formaleteado.

Luego del tirado del concreto en las paredes del formaleteado introducimos un vibrador para que las partículas y la mezcla se terminen de acomodar sin dejar vacíos de aire.

Actividades

Del punto 0+680 al punto 0+750 el concreto que anteriormente se había tirado ya está sólido, del punto 0+750 al punto 0+790 chorreamos concreto en cuneteado de varillas de 1/2" acero corrugada. En los 40 m se utilizaron 5 mallas. A cada 4 m se colocan pines, que son varillas de acero de 1/2 que sirven como señalamiento para que el grosor de la base sea el indicado es decir de 0.15 m para esto utilizamos una vara de más o menos 6 m para nivelarlo.

**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

Se le deja un 45 (chaflaniado) para unir el concreto viejo con el nuevo.

Se tiraron 8 m³ de concreto que son 35 ml. Un chimbo tiene capacidad de 7 y 8 m³.
Total de cuneteado fue un total de mallas 20-21 de ½”.

Imprevistos

Filtración de agua en la carpeta de rodamiento de concreto hidráulico en la primera etapa.

Ilustración 39:filtración del agua.



Fuente: propia (2015)

En el cuneteado sur aún no se ha realizado en tirado del concreto de las paredes solo la base por lo que falta su formaleado, estas llevan vertederos de agua.

01 octubre 2015

Colocación de formaletas, cunetas del lado sur. Las formaletas son de marca symons con 2.43 m de ancho 0.60 alto y cada división a 0.33 en total trae 7 divisiones dentro de ella.

Ilustración 40 : colocación de formaletas.



Fuente: propia (2015)

Imprevistos. Corte del concreto en donde se filtra el agua, lo hacemos mediante una cortadora para proceder a las reparaciones de las tuberías esto es a cargo de enacal.

Ilustración 41: corte del concreto.



Fuente: propia (2015)

Ilustración 42: bodega



Fuente: propia (2015)

05 de octubre 2015

Excavación para la instalación de postes de tendido eléctrico de concreto UNION-FENOSA.

Relleno de Material Mixto del punto 0+210- 0+360 es decir 150 m.

Ilustración 43: material mixto.



Fuente: propia (2015)

Después del cauce seguimos en relleno de material mixto del punto 0+360- 1+090.

4.2 Etapas y Sub-Etapas

4.2.1 Etapas Preliminares

Los estudios preliminares son aquellos que nos permiten reconocer el terreno para poder recabar toda aquella información, datos y antecedentes necesarios para poder definir los diseños y procedimientos del proyecto. Todo proyecto constructivo debe de contar con un buen estudio preliminar para brindar una idea más completa del diseño, alcance económico y tiempo de ejecución, a su vez debe contar con estudios de topografía, geotecnia e hidrología que nos permiten conocer mejor el terreno donde se realizara el diseño del proyecto.

La topografía es utilizada para representar gráficamente la superficie, sus formas y detalles, con el objetivo de conocer los niveles y características superficiales del terreno, límites de la obra o predios, así como la distancia con los elementos circundantes (muros, calles, edificios).

Un estudio de geotecnia te ayuda a conocer las características y propiedades mecánicas de los diferentes tipos de suelos y rocas de la superficie de un terreno donde se realizará el proyecto, aplicando los conocimientos y prácticas de la geología para la ejecución de cimentaciones resistentes a hundimientos y deslizamientos del terreno.

La hidrología ejecuta el análisis y estudios del terreno con el objetivo de conocer todos los escurrimientos superficiales cercanos al proyecto (ríos, arroyos, canales, etc.) que se encuentran en la superficie y así determinar el nivel de agua que podría alcanzar, esto para prevenir futuros daños en tu proyecto.

4.2.2 Limpieza Inicial

Consiste en el en la remoción y retiro de toda la maleza, arboles, desperdicios y otros materiales que se encuentren en el área de trabajo.

Requerimientos previos a esta serán: reconocimiento del terreno en el que se proyecta la edificación también determinar las precauciones y cuidados para no causar daños y perjuicios a propiedades ajenas, la selección de árboles que se conservarán y de los trabajos requeridos para su cuidado y definir los límites del área que va a ser limpiada. Se hicieron en limpieza inicial 135000 m².

4.2.3 Trazo y nivelación

Se llama trazo al efecto de localizar, alinear, ubicar y marcar en el terreno o en la superficie de construcción los ejes principales, paralelos y

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

perpendiculares señalados en el plano del proyecto, así como los linderos del mismo.

Se llama nivelación a los trabajos que se efectúan para conocer la diferencia de alturas de uno o varios puntos con respecto a uno conocido, denominado banco de nivel; éste puede ser verdadero o supuesto y de él depende la precisión del trabajo.

Al combinar los dos conceptos anteriores, el trazo y nivelación se obtiene la referenciación necesaria para ubicar al proyecto en el espacio y de acuerdo a las dimensiones y niveles preestablecidos.

4.2.4 Obras pre-liminares

son las actividades de adecuación del lote donde se va a construir estas Se ejecutan antes de empezar a construir como cerramiento de obra, campamentos las cuales son construcciones necesarias para instalar la infraestructura que permita albergar a trabajadores, insumos, maquinaria y equipos de la construcción. El campamento de obra está formado por las construcciones provisionales que servirán para: oficinas y alojamiento del personal del contratista y del supervisor de la obra, (ingenieros, técnicos y obreros), almacén, comedor, laboratorios de tierras, de concreto y de asfalto, y talleres de reparación y mantenimiento de equipo.

4.2.5 Rotulo

Es la identificación de todo proyecto, su nombre, el costo, duración, financiamiento, beneficiario que empresa está al frente etc.

4.2.6 Demoliciones

Es el proceso mediante el cual se procede a tirar abajo o destruir de manera planificada un edificio o construcción en pie, la demolición es exactamente lo opuesto a la construcción, el proceso mediante el cual se edifica. La demolición también se distingue de otras acciones como el derrumbe ya que es un proceso programado y planificado de acuerdo a las necesidades y cuidados específicos de cada caso. Normalmente, el proceso de demolición implica tener en cuenta elementos de seguridad, salubridad y otros. Además puede realizarse con diferentes objetivos construir nuevas edificaciones, liberar el espacio para hacer espacios verdes, eliminar construcciones antiguas y peligrosas etc.

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

En el proyecto que se ejecuta no hay demoliciones a gran escala solamente movimiento y traslado de terrenos que se cortaron, una capilla y pequeñas partes de casas que han sido reubicadas y compensadas.

4.2.7 Trazo y nivelación ML: referente a demoliciones como ya habíamos mencionado no es a gran escala ya todo está puntualizado y señalado por las mismas solo en espera de ejecutarse.

4.2.8 Replanteo topográfico. Consiste en marcar sobre el terreno la información contenida en los planos: Desde el encaje inicial y movimiento de tierras al replanteo de estructuras, pilotes, cimentaciones, pilares, carreteras, canales, puertos, etc., para la ejecución de la obra hasta la materialización sobre el terreno de los linderos reales de las mismas, deslindes y segregaciones, lindes catastrales, etc.

4.2.9 Movilización y Desmovilización

Consiste en el transporte de maquinaria que por ella misma no puede llegar al sitio de construcción por lo que se requiere trasladarse por medio de rastras. También a los sitios donde estás se dejan en descanso mientras no se necesite, estos sitios donde se guarda la maquinaria son provisionales en donde se van trasladando de un sitio a otro según el avance del proyecto en construcción.

4.3 MOVIMIENTO DE TIERRA

4.3.1 Movimiento de Tierra

Es el conjunto de actuaciones a realizarse en un terreno para la ejecución de una obra. Dicho conjunto de actuaciones puede realizarse en forma manual o en forma mecánica.

4.3.2 Acarreo de materiales

Consiste en el transporte de materiales desde los sitios de excavación o producción, hasta los sitios de disposición o aplicación. Dependiendo de cada actividad se utilizan diferentes equipos los cuales poseen una capacidad de carga para la cual fueron diseñados.

4.3.3 Cortes

Los cortes consisten en quitar parte de la capa terrenal para obtener los niveles que se requieren para la ejecución de diferentes obras como terraplenes, pavimentos, pisos etc. Aproximadamente se han hecho en cortes 15000 m³.

4.3.4 Rellenos

Se hacen necesarios los rellenos para obtener los niveles necesarios para la ejecución de las diferentes obras como terraplenes, pavimentos, pisos etc. Aproximadamente se han hecho en rellenos que han sido más que cortes unos 28800 m³.

4.3.5 Cortes y rellenos compensados

Es cuando la cantidad que obtenemos a partir del corte la utilizamos para el relleno requerido dentro de la misma obra, esta actividad se hizo pocas veces por lo que recurrimos a los bancos de materiales para lograr el nivel requerido de la terracería.

4.3.6 Conformación y compactación

Dicha actividad consiste en la formación apropiada del terreno a realizar con el objetivo de que cumpla las medidas establecidas seguidamente de la compactación lo cual se refiere a la presión-Disolución que como consecuencia del enterramiento provocan la disminución del espesor del primitivo sedimento y la reducción de la porosidad, una vez realizado procedemos a la siguiente etapa.

4.3.7 Botar tierra sobrante de la excavación

Como su misma palabra lo mencionar desechamos la tierra sobrante luego de la excavación, pero en este caso no se hizo ya que con la tierra sobrante se utilizó para el relleno.

4.3.8 Revestimiento (base- sub- base)

Consiste en la aplicación de una capa por encima de otra con el objetivo de protegerla o adornarla, en este caso raramente se usa sub-base para concreto hidráulico solamente utilizamos la base con concreto hidráulico y la terracería para la sub-rasante.

4.3.9 Explotación de bancos

Sitio donde se concentra gran cantidad de materiales utilizados en la construcción y de donde se sustraen para diversas actividades constructivas según su demanda. Los bancos de materiales utilizados para esta obra son

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

banco de material Los Martínez (iniciando con las brisas y posteriormente con valle dorado) donde se trae material selecto, la tierra para relleno se trae de ciudad belén y el hormigón de villa sol.

4.3.10 Geotela:

Es una tela permeable y flexible de fibras sintéticas, principalmente polipropileno y poliéster, es una malla compuesta por fibras sintéticas cuyas funciones principales se basan en su resistencia mecánica a la perforación y tracción, y a su capacidad drenante.

Sirven en la construcción de sub-bases de carreteras y ferrocarriles, en presas, evitan posibles erosiones realizan funciones de drenaje en canales, muros de contención, etc.

4.3.11 Carpeta de rodamiento

Su función primordial será la de proteger la base impermeabilizando la superficie para evitar así posibles infiltraciones de agua de lluvia que podrían saturar parcial o totalmente las capas inferiores, además evita que se desgaste o desintegre la base a causa del tránsito de los vehículos. En el concreto hidráulico podemos presentar algunos problemas si la carpeta se fractura puede ser debido al suelo o que el concreto no cumple con sus especificaciones, si el concreto cumple sus normas quiere decir que el problema es el suelo y sino ya sabemos que el problema es la mezcla.

4.4 BASES Y SUB-BASES

4.4.1 Base de agregados naturales

Las bases y sub-bases son capas de material pétreo adecuadamente seleccionadas para traspasar las cargas de la carpeta de rodadura a la sub-rasante. Puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, la ubicación de estos materiales dentro de la estructura de un pavimento (superestructura), está dada por las propiedades mecánicas de cada una de ellas.

**Fuente: Samuel Mora (2015). Ingeniero Civil. Gestion y normativa vial.
Recuperado de http://www.3.pavimento_concreto:ing_mora.com**

4.4.2 Dispositivos de Drenaje

El objeto del drenaje en las carreteras, es en primer término, el reducir al máximo posible la cantidad de agua que de una y otra forma llega a la misma, y en segundo término dar salida rápida al agua que llegue a la carretera. Para que una carretera tenga buen drenaje debe evitarse que el agua circule en cantidades excesivas por la misma destruyendo la carpeta de rodamiento hidráulico y originando la formación de fracturas, así como también que el agua que debe escurrir por las cunetas se estanque originando pérdidas de estabilidad y asentamientos perjudiciales.

El prever un buen drenaje es uno de los factores más importantes en el proyecto de una carretera.

4.5 EQUIPOS UTILIZADOS EN EL PROYECTO PISTA LARREYNAGA

importancia y beneficios de la compactación de suelos

- ✓ La compactación de suelos es el proceso artificial por el cual las partículas de suelo son obligadas a estar más en contacto las unas con las otras, mediante una reducción del índice de vacíos, empleando medios mecánicos, lo cual se traduce en un mejoramiento de sus propiedades ingenieriles.
- ✓ La importancia de la compactación de suelos estriba en el aumento de la resistencia y disminución de la capacidad de deformación que se obtiene al someter el suelo a técnicas convenientes, que aumentan el peso específico seco, disminuyendo sus vacíos. Por lo general, las técnicas de compactación se aplican a rellenos artificiales tales como cortinas de presas de tierra, diques, terraplenes para caminos y ferrocarriles, bordes de defensas, muelles, pavimentos, etc.
- ✓ Beneficios de la compactación:
 - a. Aumenta la capacidad para soportar cargas: Los vacíos producen debilidad del suelo e incapacidad para soportar cargas pesadas. Estando apretadas todas las partículas, el suelo puede soportar cargas mayores debidas a que las partículas mismas que soportan mejor.

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

b. Impide el hundimiento del suelo: Si la estructura se construye en el suelo sin afirmar o afirmado con desigualdad, el suelo se hunde dando lugar a que la estructura se deforme produciendo grietas o un derrumbe total.

c. Reduce el escurrimiento del agua: Un suelo compactado reduce la penetración de agua. El agua fluye y el drenaje puede entonces regularse.

d. Reduce el esponjamiento y la contracción del suelo: Si hay vacíos, el agua puede penetrar en el suelo y llenar estos vacíos. El resultado sería el esponjamiento del suelo durante la estación de lluvias y la contracción del mismo durante la estación seca.

e. Impide los daños de las heladas: El agua se expande y aumenta el volumen al congelarse. Esta acción a menudo causa que el pavimento se hinche, y a la vez, las paredes y losas del piso se agrieten. La compactación reduce estas cavidades de agua en el suelo.

Los métodos empleados para la compactación de suelos dependen del tipo de materiales con que se trabaje en cada caso; En la práctica, estas características se reflejan en el equipo disponible para el trabajo, tales como: plataformas vibratorias, rodillos lisos, neumáticos o patas de cabra.

4.6 EQUIPOS UTILIZADOS.

Compactadora Caterpillar CS-563

El Cs-563 es un compresor vibratorio del suelo de la alta producción usado en el material granular, semi-cohesivo que ofrece el peso, los caballos de fuerza y la fuerza centrífuga para resolver especificaciones de la densidad rápidamente. La anchura del tambor de 2134 milímetros (84") proporciona la cobertura para los trabajos grandes. Un sistema vibratorio de la amplitud dual y el sistema excéntrico patentado del peso permiten al operador adaptar el funcionamiento de la compactación de la máquina a las especificaciones del trabajo. El Cs-563 ofrece la bomba dual, propulsa el sistema que proporciona clasificabilidad industria que conduce y esfuerzo tractivo al trabajar en cuestas o en material suave. Los usos típicos incluyen la compactación del trazador de líneas del terraplén, la construcción de la carretera y de la calle, la preparación de la instalación industrial, la

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

construcción del aeropuerto, sitios de edificio grandes y operaciones grandes del trenching

Ilustración 44: Compactadora Caterpillar CS-563



Fuente : (propia 2015)

Motoniveladora Caterpillar MUTH-12G

La última década ha visto una revolución en las tecnologías: aquellas que están mejorando la manera en que operan las minas y aquellas que serán la base para el trabajo en el futuro. Caterpillar está explorando todas las innovaciones y aprovechando aquellas que benefician a los clientes mediante el mejoramiento de la seguridad y la sostenibilidad, la disminución de costos, el aumento de la rentabilidad y el incremento de la eficiencia.

Una motoniveladora es una máquina de construcción que cuenta con una larga hoja metálica empleada para nivelar terrenos. Generalmente presentan tres ejes: la cabina y el motor se encuentran situados en la parte posterior, sobre los dos ejes tractores, y el tercer eje se localiza en la parte frontal de la máquina, estando localizada la hoja niveladora entre el eje frontal, y los dos ejes traseros. En ciertos países como Finlandia, la mayoría de las motoniveladoras están equipadas con una tercera cuchilla, localizada frente al eje delantero.

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

La principal finalidad de la motoniveladora es nivelar terrenos, y refinar taludes. Una de las características que dan gran versatilidad a esta máquina es que es capaz de realizar el refino de taludes con distintas inclinaciones.

Ilustración 45: Motoniveladora Caterpillar MUTH-12G



Fuente: (propia, 2015)

Cargador Frontal XCMC ZL30G

El cargador frontal es un equipo tractor, montado en orugas o ruedas, que tiene una cuchara de gran tamaño en su extremo frontal. Los cargadores son equipos de carga, acarreo y eventualmente excavación en el caso de acarreo solo se recomienda realizarlo en distancias cortas. El uso de cargadores da soluciones modernas a un problema de acarreo y carga de materiales, con la finalidad de reducir los costos y aumentar la producción. En el caso de excavaciones con explosivos la buena movilidad de este le permite moverse fuera de la voladura rodamente y con seguridad; y antes de que el polvo de la explosión se disipe el cargador puede estar recogiendo la roca regada y preparándose para la entrega del material.

Los cucharones del cargador frontal varían en tamaño desde 0.19 m³ hasta 19.1 m³ de capacidad, el tamaño de la cuchara está estrictamente relacionado con el tamaño de la máquina. Tiene una capacidad de balde de 2.10 m³ / 3.210 kg con un motor de 125 hp a 2300 r.p.m su peso operativo es de 10.000 kg.

AUTORES: GOMEZ MARADIAGA SARA T.

GONZALEZ MATAMOROS MARCUS V

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

Ilustración 46: Cargador Frontal XCMC ZL30G



Fuente: (propia, 2015)

Retroexcavadora Komatsu PC-200

La retroexcavadora es una máquina que se utiliza para realizar excavaciones en terrenos. Es una variante de la pala excavadora Y habitualmente en obras para el movimiento de tierras, para realizar rampas en solares, o para abrir surcos destinados al pasaje de tuberías, cables, drenajes, etc. así como también para preparar los sitios donde se asientan los cimientos de los edificios.

La máquina hunde sobre el terreno una cuchara con la que arranca los materiales que arrastra y deposita en su interior.

El chasis puede estar montado sobre cadenas o bien sobre neumáticos. En este último caso están provistas de gatos hidráulicos para fijar la máquina al suelo. La retroexcavadora, a diferencia de la excavadora frontal, incide sobre el terreno excavando de arriba hacia abajo. Es utilizada para trabajar el movimiento de tierras a nivel inferior al plano de apoyo, o un poco superior a éste.

Ilustración 47: Retroexcavadora Komatsu PC-200



Fuente: (propia, 2015)

Topadora Dozer CAT-D6M

Maquina topadora para excavación y empuje de tierras. Una dozer está compuesta por un tractor sobre orugas o sobre dos ejes neumáticos y chasis rígido o articulado y una hoja horizontal (para excavar y levantar), perpendicular al eje longitudinal del tractor, situada en la parte delantera del mismo.

Los dozers, se emplean en: nivelación de terraplenes, explanaciones de superficies y excavación y extensión de tierras.

Ilustración 48: Topadora Dozer CAT-D6M



Fuente: (propia, 2015)

Camiones de carga

Los camiones de carga son vehículos motorizados que cuentan con una parte conocida como cabina en la cual se ubica el conductor, los asistentes o acompañantes y que tiene como función principal actuar como receptáculo de dirección y manejo de todo el vehículo. La parte trasera del camión es aquella en la que se coloca toda la carga y que ocupa el mayor espacio. Esta sección es la más pesada de todas y puede variar en tamaño, forma, diseño o elementos accesorios como abertura o material en gran modo. Los camiones de carga utilizados en la construcción tienen una capacidad de 12, 14 y hasta 375 toneladas según su diseño y para el cual sea utilizado

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

Ilustración 49: Camiones de carga



Fuente: (propia, 2015)

Cisterna Ford

El camión cisterna es una de las muchas variedades de camión que sirve tanto para el transporte de líquidos como para su mantenimiento por tiempo prolongado según sus características. La mercancía se transporta en estado líquido ya que los fluidos tienen un menor volumen en estado líquido que gaseoso, pudiendo transportar mayor cantidad de este, pero a mayor presión. Entre estos se destacan por su mayor uso los de agua para regadío y trasvase. Con capacidad de 2000 galones lo que equivale a 7571 litros de agua ya que 1 galón equivale a 3.7854 litros de agua.

Ilustración 50: Cisterna Ford



Fuente: (propia, 2015)

4.7 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE PUENTES, CALLES Y CAMINOS (NIC-2000)

Se mencionan algunas especificaciones generales para la construcción que se utilizaron el proyecto pista larreynaga como modelo de acuerdo a los planos obtenidos por la Alcaldía de Managua (ALMA 2015)

Las Especificaciones NIC-2000 son normativas en la administración y construcción de obras viales y deben ser incorporadas al Contrato, por referencia, si se quiere contar con una herramienta que comprometa y obligue a ambas partes contratantes con fuerza legal ante cualquier instancia judicial, o de arbitramento.

Fuente: MTI (2000) .Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Calles y Puentes (NIC-2000), Recuperado de:
http://www.construccion.com.ni/files/ley/1204141339_NORMAS%20MTI_NIC2000.pdf

SECCIÓN 201.- ABRA Y DESTRONQUE

- Descripción 201.01 pag.101
- Descripción 201.02 Generalidades.pag.101

SECCIÓN 202.- REMOCIÓN DE ESTRUCTURAS Y OBSTÁCULOS

- Descripción 202.01. pag. 105
- Descripción 202.04 Remoción de Tuberías que no sean Alcantarillas de Tubo. Pag.105

SECCIÓN 203.- EXCAVACIÓN Y TERRAPLENADO

- Descripción 203.01. pag. 107

SECCIÓN 501.- PAVIMENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO

- Descripción 501.01- descripción pag. 257
- Descripción 501.02- materiales. pag. 257
- Descripción 501.03 – composición de la mezcla (diseño de la mezcla de concreto). pag. 257
- Descripción 501.04-Equipo. Pag. 257
- Descripción 501.05- Preparación de la Subrasante. Pag. .259
- Descripción 501.06 -Colocación de las Formaletas. Pag. 259
- Descripción 501.07 Acondicionamiento de la Subrasante o Capa de Base. pag. 260

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

- Descripción 501.08 Manipulación, Medición y Dosificación de los Materiales. Pag. 260
- Descripción 501.09 Revoltura del Concreto. Pag. 261
- Descripción 501.10 Limitaciones en la Revoltura. Pag. 261
- Descripción 501.11 Colocación del Concreto. Pag. 261
- Descripción 501.12 Muestras para Ensayes de Campo. Pag. 262
- Descripción 501.14 Juntas. Pag.262
- Descripción 501.15 Esparcido, Consolidación y Acabado Finales. Pag.264
- Descripción 501.17 Curación. Pag.266
- Descripción 501.18 Remoción de las Formaletas. Pag. 267
- Descripción 501.19 Selladura de Juntas. Pag. 267
- Descripción 501.20 Protección del Pavimento. Pag.268
- Descripción 501.21 Apertura al Tráfico. Pag.268

CAPITULO V

MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE PISTA LARREYNAGA, UTILIZANDO PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO. EXPLICANDO PASO A PASO SUS PROCEDIMIENTOS.

***En este capítulo se describe los procesos paso a paso de un manual básico
para la construcción de pavimentos de concreto hidráulico.***



Fuente: (propia, 2015)

5 MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA CARRETERAS DE PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO.

La construcción de pavimentos de concreto hidráulico puede definirse como una combinación de ciencia y arte, (Ing. Ricardo Díaz e Ing. Fernando Luna.) (2005- INCYC.) debido a que la misma puede hacerse de muchas formas diferentes y puede variar según la logística de la obra, en la mayoría de los casos pueden identificarse los siguientes procesos constructivos que son : preparación de terreno, elaboración de concreto hidráulico, transporte , colocación y consolidación del concreto, nivelación o enrasado, acabado y texturizado , curado, corte y sello de juntas, apertura al tráfico y control de calidad del concreto durante el proceso de pavimentación .

5.1 PREPARACION DEL TERRENO

La preparación del terreno incluye el drenaje, la adecuación de la sub-rasante, sub-base, base (si es necesario), establecimiento de los mecanismos de control o colocación de formaletas fijas y colocación de las canastillas con dovelas o acero de refuerzo (cuando amerite).

5.1.1 Drenaje

El drenaje es de gran importancia para cualquier estructura de pavimento y la vida útil del pavimento está directamente relacionada con la manera en que el diseñador decide evacuar las aguas superficiales (lluvia) y subterráneas (nivel freático). La inversión en construir una calle o carretera en concreto hidráulico y en cualquier otro material, se verá severamente afectada si no se construyen debidamente los drenajes superficiales, alcantarillas y cunetas que el proyecto amerite. Tampoco deben subestimarse los niveles freáticos en la calle o pavimento, los estudios de suelos brindan información y recomendaciones sobre los mismos.

5.1.2 Sub-rasante

Es el material sobre cual se construirá la estructura de pavimentos, por tanto debe ser capaz de soportar los esfuerzos transmitidos por dicha estructura. Es recomendable ampliar el ancho de preparación de la sub-rasante (alrededor de 1 m) para proveer de una plataforma sólida a los equipos de pavimentación.

la elevación de la sub-rasante debe ajustarse estrechamente a las elevaciones indicadas en los planos de construcción. Disconformidades en la elevación deben ser solucionadas antes de seguir con la siguiente capa.

5.1.3 Sub-base

La sub-base puede definirse como una capa de material colocada sobre la sub-rasante con el propósito de proveer drenaje y estabilidad a las losas de concreto. Es preciso mencionar que la **UNIFORMIDAD** de la sub-base es fundamental para obtener un pavimento de concreto fuerte y durable.

Antes de la colocación del concreto es necesario:

1. Verificar que la compactación es la adecuada y que los niveles están dentro de las tolerancias especificadas. Para estos se requiere de una topografía o de un estudio de espesores con las formaletas puestas. El último puede ser más costoso porque si los niveles no cumplen la formaleta se deberá retirar para su corrección.
2. Humedecer la superficie de la sub-base sin formar charcos, para evitar pérdida de humedad en la mezcla del concreto.

5.1.4 Colocación de formaletas fijas.

Son utilizadas cuando los equipos de colocación del concreto no cuentan con formaletas deslizantes (rodillos y cerchas vibratorias). Las formaletas deben tener una altura igual al espesor de la losa a construir y poseer la suficiente rigidez para no deformarse durante la colocación del concreto, ya sea que se utilicen como rieles para los equipos o no.

La formaleta fija en Nicaragua consiste en perlines de acero de 3 m de longitud, rematados por un angular en la parte superior para formar esquinas fuertes y rectas en las losas, los perlines se anclan ala sub-base con pines de acero (barra corrugada) colocadas cada 1 m, además de los pines, también pueden utilizarse arriostres diagonales de madera para dar mayor soporte lateral ala formaleta.

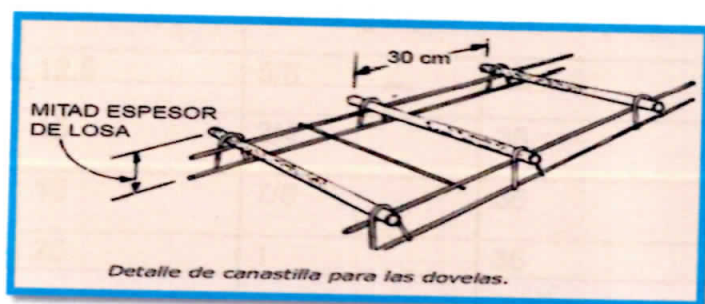
Ilustración 51: Colocación De Formaletas Fijas



Fuente: (propia, 2015)

5.1.5 Colocación de las canastillas con dovelas.

Ilustración 52 : Juntas en el concreto.



Fuente : Ing. Civil Jose Eloy Maguiña (2012). Juntas en el concreto 27/03/2012
Recuperado de: <http://civilgeeks.com/2012/03/27/juntas-en-el-concreto>

Las dovelas son barras lisas de acero colocadas a la mitad del espesor de la losa, de forma transversal a la junta de control o de construcción (juntas de fin de colada), tal sea el caso y a todo lo ancho de la misma. Tienen la función de transmitir las cargas impuestas en una losa hacia la losa subyacente, además de permitir el movimiento (dilatación) de dichas losas.

Se debe tener cuidado en la forma de cortar las dovelas, ya que en los extremos no pueden quedar protuberancias que impidan el libre movimiento de las mismas. Se ha encontrado conveniente cortarlas con discos para metal y pulir ligeramente los extremos para garantizar su deslizamiento.

Cuando en el diseño se especifique el uso de dovelas en el pavimento y su colocación se haga de forma manual, estas deben colocarse en canastillas construidas de tal forma que las dovelas alcancen el nivel requerido (mitad del espesor) con longitud embebida de al menos 15 cm en cada losa, con un recubrimiento epoxi para protección contra la corrosión y engrasadas para prevenir la adherencia al concreto. La resistencia del acero deber ser la especificada en el diseño.

El diámetro de las dovelas deber ser de al menos $1/8$ del espesor de la losa o se puede obtener de recomendaciones bibliográficas tales como la del instituto mexicano del cemento y del concreto en su libro guía para diseño y construcción de pavimentos rígidos como se muestra en la tabla.

Tabla 4. Dimensiones comunes en dovelas

| Espesor de losa (cm) | Diámetro de dovela (pulg) | Longitud de dovela (cm) |
|----------------------|---------------------------|-------------------------|
| 12.5 | 5/8 | 30 |
| 15 | 3/4 | 36 |
| 18 | 7/8 | 36 |
| 20 | 1 | 36 |
| 23 | 1 1/8 | 40 |
| 25 | 1 1/4 | 46 |
| 28 | 1 3/8 | 46 |
| 31 | 1 1/2 | 51 |

Fuente: Ing. Ricardo Díaz e Ing. Fernando Luna (2005). Recuperado de: Guía Básica para la construcción de pavimentos de concreto hidráulico INCYC.

La separación entre las barras debe ser homogénea con un paralelismo total entre las barras, usualmente se utilizan 30 cm de separación entre dovelas, medidos centro a centro y se distancian 15 cm de los bordes de las losas. El anclaje de las canastillas a la sub-base debe hacerse de tal manera que las mismas no sufran ninguna perturbación con las actividades de colocación del concreto.

5.1.6 Colocación de barras de amarre y acero de refuerzo.

En las juntas que muestren los documentos técnicos del proyecto (juntas longitudinales) se deben colocar barras de amarre, con el propósito de evitar el desplazamiento de las losas y la abertura de las juntas. Las barras son de acero corrugado, con límite de fluencia (f_y) de 420 Mpa (4200 kg/cm²).

En general, las barras de amarre no deben ser dobladas y enderezarlas, sin embargo, si por razones constructivas es absolutamente indispensable doblarlas y enderezarlas, con expresa autorización de la supervisión se deberá utilizar un acero con límite de fluencia (f_y) de 280 Mpa (2800 kg/cm²) en este caso el constructor deberá rediseñar el sistema de barras de amarre para acomodarlo a la nueva

**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

resistencia, rediseño que debe ser verificado y aprobado por la supervisión, cuando corresponda.

Estas se deben instalar en forma perpendicular a la junta longitudinal, con la separación mostrada en los planos. Deben quedar aproximadamente a mitad del espesor de la losa y en forma paralela a la superficie del pavimento, con una mitad a cada lado de la junta. Cuando la pavimentación se realice entre formaletas fijas, las varillas se insertan manualmente dentro de las formaletas, de manera que una mitad de ellas penetre dentro de la franja de concreto recién colocada. Si la obra se realiza con pavimentadora de formaleta deslizante, las varillas se introducirán manualmente en la mitad del espesor del pavimento fresco, a las separaciones previstas en los planos del proyecto.

Ilustración 53: Formaletas con agujeros para colocación de barra de amarre



Fuente : Pavimentacion Concreto Hidraulico (2014). Recuperado de <http://www.grupomic.com/servicios/concreto.html>

Si las barras de amarre se colocan en un pavimento endurecido, se efectuaran barrenos horizontales a la mitad del espesor de las losas y con una profundidad igual a la mitad de la longitud de las varillas, las cuales se insertaran manualmente, previamente lubricadas con la resina epoxica.

Los documentos del proyecto pueden requerir la colocación de una o dos parrillas de refuerzo en todas o algunas de las losas del proyecto, bien sea como parte integral del diseño o como sistemas para controlar la aparición o el ensanche de grietas. Como guía general, se requiere la colocación de al menos, una parrilla de refuerzo en las losas que tengan las siguientes características:

- Longitud de la losa (mayor dimensión en planta) superior a 24 veces el espesor de la misma.
- Losas con relación largo/ancho mayor que 1.4.
- Losas de forma irregular (diferente de la rectangular o cuadrada).

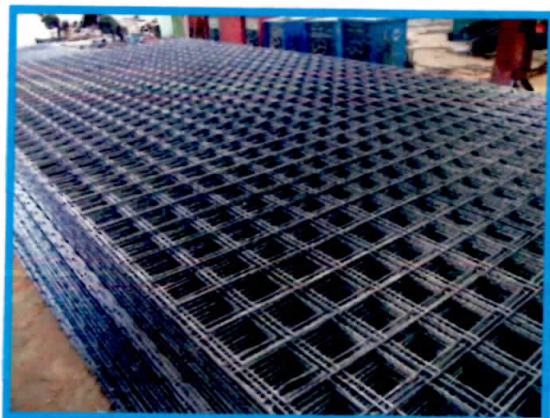
AUTORES: GOMEZ MARADIAGA SARA T.

GONZALEZ MATAMOROS MARCUS V

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

- Losas con aberturas en su interior para acomodar elementos tales como pozos de inspección o sumideros.
- Losas en las cuales no coinciden las juntas con las de las losas adyacentes.

Ilustración 54: Mallas de acero de refuerzo en losas de forma irregular.



Fuente: Mr. Eric He China (2013). Acero de Refuerzo. Recuperado de <http://www.Alibaba.com-acero>

Las mallas se deben interrumpir a 10 cm de las juntas, deben quedar paralelas a la superficie del pavimento, con las varillas transversales debajo de las longitudinales y con un recubrimiento de concreto entre 60 y 90 mm.

5.2 ELABORACION DE CONCRETO HIDRAULICO

5.2.1 Elaboración de concreto hidráulico

El Concreto se recomienda que sea Premezclado Profesionalmente de resistencia a la Flexión Módulo de Ruptura igual a la especificada en el proyecto. El Revenimiento apropiado para colocación del concreto con cimbra fija es: En superficies planas con pendientes ligeras. 10 ± 2 cm. En superficies con pendientes mayores al 8% 8 ± 1 cm. Es importante garantizar la calidad del concreto y que el suministro sea constante y continuo para mantener la homogeneidad del pavimento, se recomienda que entre el tendido de una olla mezcladora y otra no transcurran más 25 minutos, aunque de preferencia este tiempo deberá ser menor.

5.3 TRANSPORTE

El transporte de la mezcla involucra todas las actividades requeridas para llevar la mezcla de concreto desde la planta de dosificación hasta el sitio de pavimentación. Estas actividades pueden incluir carga del camión, revisión en planta, transporte al sitio de pavimentación, revisión de la obra, agitación y mezclado (si requiere) descarga, regreso a la planta y lavado.

Debe tenerse en cuenta que el tipo de transporte puede afectar las características de homogeneidad, trabajabilidad, contenido de agua y contenido de aire en el concreto fresco. El éxito en el transporte de la mezcla consiste en entregar en concreto fresco hasta el lugar de colocación conforme las propiedades especificadas en el diseño (relación agua/cemento, homogeneidad) se utilizan camiones mezcladores para el transporte del concreto.

Ilustración 55: Transporte del concreto en camión mezclador



Fuente: propia (2015)

El concreto puede ser colocado directamente en la posición deseada utilizando preferiblemente los camiones de transporte (mezcladores) y sus aditamentos (canaleta del camión mezclador) esto para aumentar la productividad, evitar gastos extras, ya sea en equipos o en mano de obra para colocar el concreto sobre la vía y disminuir la posibilidad de segregación en la mezcla.

Debe tenerse cuidado de no compactar la sub-base al mismo tiempo que se está colando concreto (o que el mismo este fraguando) en las cercanías de los trabajos de compactación. La vibración ocasionada por los vibro-compactadores puede fisurar el concreto cercano. Una regla practica es la de colocar una pana con agua

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

sobre la sub-base donde se colocara el concreto o encima del concreto recién colado y asegurarse que no existan ondas ocasionadas por las vibraciones.

Por otro lado, la consolidación del concreto deber buscar lo máximo posible y de manera uniforme la masa de concreto sin producir segregación del material grueso. La conformación de la losa puede hacerse de distintas formas, desde casi manuales hasta la utilización de equipos de alto rendimiento, la elección de uno u otro tipo dependerá de la logística de la obra.

5.3.1 Descarga

Cuando se utilizan camiones para el transporte del concreto fresco, la descarga de la mezcla puede ser frontal o lateral, su elección dependerá de las condiciones de la obra. Sin embargo se deberá tener cuidado en no verter el concreto desde una altura mayor a 1 m para evitar segregación en la mezcla.

5.3.2 Descarga frontal

Se da cuando en la sub-base no existen obstáculos, tales como las canastillas con dovelas o acero de refuerzo o su colocación es simultáneo a la descarga del concreto. Si las losas son diseñadas con barras pasa juntas, las canastillas deberán colocarse en el momento y espacio libre que queda entre el camión mezclador y concreto descargado.

5.3.3 Descarga lateral

La descarga del concreto se presenta desde un costado de la vía debido a la existencia de obstáculos en la sub-base. Generalmente se realiza mediante la canaleta del camión mezclador, pero pueden requerirse de otros equipos como bandas transportadoras.

5.4 COLOCACION Y CONSOLIDACION DEL CONCRETO

5.4.1 consolidación

Alcanzar una buena consolidación del concreto es fundamental para lograr un óptimo desempeño del pavimento. La consolidación del concreto hidráulico se consigue con la eliminación de los vacíos (bolsas de aire) mediante vibración . en el caso de los pavimentos, la vibración es mecánica utilizando vibradores manuales.

5.4.2 Cimbrado del pavimento

El cimbrado consiste en colocar Montenes metálicos calibre 10 cuyo peralte corresponda con el espesor del pavimento. Estos deberán ser reforzados con soleras a cada 30 cm para darle rigidez. La colocación de la cimbra deberá ir

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

siguiendo el alineamiento y niveles que nos indique la brigada de topografía, se sujetan con troqueles de varilla #3 a #5 cuya longitud mínima es igual al doble del espesor del pavimento y se colocan a cada 1m aproximadamente. Es conveniente revisar los niveles de la cimbra con topógrafo después de colocada la misma para garantizar un buen perfil longitudinal del pavimento. Se deberá de contar con una cantidad suficiente de tramos de cimbra para alcanzar avances significativos de colado continuo durante varias jornadas de trabajo. La cimbra deberá realizarse en franjas previamente establecidas para mantener las condiciones de igualdad superficial entre losa y losa.

Ilustración 56: cimbrado del pavimento



**Fuente: Gobierno Municipal Construcción obras públicas (2010) Loma Bonita.
Recuperado de <http://www.lomabonita.gob.mx/portal/index>.**

5.4.3 Colado del pavimento

El concreto se que se mezcla en ollas revolventes se vacía sobre la sub-base, se esparce a lo todo lo ancho del pavimento a paleo manual. Deberá limpiarse y humedecerse previamente la superficie que recibe al concreto para evitar que se absorba el agua de la mezcla. Se deberán colar franjas longitudinales de longitud correspondiente a un día de pavimentación. Barras de Amarre. Las barras serán corrugadas, de acero estructural con un límite de fluencia (F_y) de cuatro mil doscientos (4200) kilogramos por centímetro cuadrado, debiendo quedar ahogadas en las losas a la mitad del espesor y en la posición indicada en el proyecto. Todas las barras corrugadas deberán protegerse contra la corrosión si es que los estudios climatológicos y químicos del lugar demuestran que puede presentarse este fenómeno. Las barras de amarre se colocan en las juntas longitudinales, independientemente de si son juntas frías o de corte, el diámetro, longitud y separación serán los mostrados en el proyecto.

Ilustración 57: colado del pavimento



Fuente: Gobierno Aguas Calientes (2006). Colado del pavimento.

Recuperado de:

[http://www.aguascalientes.gob.mx/transparencia/calidad/sop/Obras/Reportes Varios](http://www.aguascalientes.gob.mx/transparencia/calidad/sop/Obras/ReportesVarios)

5.4.4 Vibrado y perfilado

Una vez colocado el concreto se deberá acomodar en las orillas cercanas a la cimbra utilizando un vibrador manual, posteriormente se pasa la regla o el rodillo vibratorio que le dan el vibrado final a la masa del concreto, si en el proyecto se especificaron barras de amarre estas deberán colocarse inmediatamente antes de que pase la regla o el rodillo, en los lugares especificados en proyecto, con ayuda de un escantillón para colocarlas exactamente a la mitad del espesor. Después de pasado el rodillo deberá utilizarse una flotadora de aluminio o magnesio en sentido transversal para dar el perfilado definitivo al pavimento.

Debe tenerse cuidado con la vibración, ya que una vibración excesiva puede producir segregación y sangrado excesivo en la mezcla, por otro lado una vibración insuficiente produce un concreto con aire atrapado excesivo y una baja resistencia.

Ilustración 58: Vibrador para consolidación de concreto.



Fuente: Propia (2015)

5.4.5 Conformación de la losa

La conformación de la losa puede realizarse utilizando distintos equipos, seleccionados en dependencia del rendimiento esperado. Los equipos de pavimentación pueden clasificarse de dos formas : equipos de formaletas y equipos de formaletas deslizante.

✚ Equipos de formaleta

- **Fija:** son aquellos que requieren utilización de moldes o encofrados para contener y dar forma al concreto hidráulico mientras conforman y consolidan la losa de concreto. En este grupo se encuentran la cerchas y rodillos vibratorios.

Ilustración 59: Regla vibratoria tipo cercha



Fuente: Provincia de Buenos Aires Argentina (2012). Regla vibratoria.
Recuperado de: <http://www.leiten.com.ar/es/producto>

Ilustración 60: Rodillo vibratorio.



Fuente: Arquitecto Jorge Longoria (2015). Recuperado de:
<https://movimet.com/monterrey-vialidad-metropolitana-en-estado-de-desastre>.

- **Equipos de formaleta deslizante:** no requieren el uso de encofrados, ya que el equipo cuenta con un molde extrusor que da forma a la losa después que el concreto ha sido esparcido y vibrado por la misma máquina.

Ilustración 61: Pavimentadora de formaleta deslizante.



**Fuente: Revista Constructivo. (2001-2015). Recuperado de :
<https://www.constructivo.com/cn/d/novedades>.**

5.5 NIVELACION O ENRASADO.

Cuando existen excesos o perturbaciones, ya sea en la superficie o en los costados, estas deben arreglarse lo más rápido posible. El enrasado se consigue normalmente arrastrando un nivel sobre losa hasta la altura de la formaleta. Usualmente se utiliza un codal de aluminio de 2 " x 4 " que es arrastrado sobre la formaleta manualmente hasta conseguir la elevación del pavimento.

5.6 ACABADO Y TEXTURIZADO.

El acabado determina la apariencia final, la lisura y cualquier otra propiedad superficial de la losa que condicione tanto la durabilidad de la superficie de concreto a lo largo del tiempo, como la seguridad operacional de los vehículos. Generalmente las actividades de acabado pueden dividirse en dos grandes grupos el flotado y texturizado.

5.6.1 Flotado o aplanado.

El flotado o aplanado se realiza utilizando un llana (flota) sobre la superficie de concreto recién nivelada , con el fin de eliminar los puntos altos y bajos , eliminar pequeñas imperfecciones y embeber las partículas grandes de agregados , también se dice que ayuda a preparar la superficie para el posterior texturizado compactando el mortero superficial.

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

Generalmente para el flotado de losas de pavimentos de concreto hidráulico se utilizan llanas metálicas, las cuales son herramientas manuales de acabado, acanaladas rígidas y de mango largo articulado, con los bordes ligeramente curvos para evitar que se hundan en el concreto.

Luego del flotado se pasa sobre la losa de concreto una herramienta manual denominada "BUMPCUTTER " utilizada para remover secciones altas y rellenar secciones bajas que pudieran haber quedado luego del flotado (corrección de planicidad) , este se realiza tanto en sentido transversal como longitudinal.

El flotado se debe completar antes que el agua de sangrado se acumule sobre la superficie, también se debe tener precaución que la superficie no se trabaje en exceso, ya que puede resultar en una superficie de menor calidad.

Ilustración 62: Flotado de la superficie



Fuente: Propia (2015)

5.6.2 JUNTAS

+ Formación de juntas

El concreto durante su etapa de fraguado se contrae y por estar apoyado en toda sobre una superficie fija, se generan esfuerzos de tensión que a su vez producen agrietamientos. La función de realizar juntas de contracción cortadas con disco es para indicarle al concreto la ruta que deben de seguir sus agrietamientos por contracción y evitar que las grietas se propaguen en cualquier dirección

+ Rebordeo de juntas

Las juntas longitudinales y transversales de construcción (final de fundida) deben rebordearse con una llana manual especial, con el fin de compactar los bordes de tal manera que se obtengan bordes resistentes al desportillamiento y para evitar el doble corte en dichas juntas

Ilustración 63: Rebordeo de juntas.



Fuente: Propia (2015)

5.6.3 Texturizado

El texturizado de los pavimentos de concreto se realiza con el fin de mejorar la interacción la losa con las llantas de los vehículos, creando una superficie antideslizante para estos últimos. El texturizado puede realizarse de forma manual o automática, arrastrando sobre la superficie de concreto un elemento que proporcione textura a la losa. El texturizado se debe de realizar antes que el concreto haya endurecido completamente, sin embargo debe estar lo suficientemente duro para retener la impresión de rayado y evitar desgarramientos de la superficie. Generalmente el texturizado de los pavimentos de concreto hidráulico se divide en micro texturizado y macro texturizado

Ilustración 64: Texturizado del concreto



Fuente: Pisos Texturizados de concreto (2006-2012.) Recuperado de:
<http://www.iztapalapa-distrito-federal.nexolocal.com.mx>

5.6.4 Micro-texturizado

El acabado superficial longitudinal del concreto recién colado podrá proporcionarse después de la aplicación de las flotadoras mecánicas, mediante el arrastre de tela de yute húmeda o pasto sintético en sentido longitudinal del pavimento. Este proceso se puede realizar para este tipo de pavimentos de manera muy sencilla y en forma prácticamente manual, se fija perfectamente la tela de yute a un tubo o solera que mida un poco más que el ancho de pavimentación, se humedece y se arrastra en sentido longitudinal con el apoyo de 2 personas, uno a cada lado del pavimento.

Ilustración 65: Micro texturizado del concreto



Fuente: Ing. Marcelo Dalimier. IX Seminario ALAPCA de Pavimentos.(2012)
Recuperado de <http://www.icao.int/SAM/Documents>

5.6.5 Macro-texturizado

Se Consigue al pasar un cepillo de cerdas suaves o metálicas sobre la superficie del pavimento de forma paralela a las juntas transversales, esto se genera una superficie estriada que ayuda a la evacuación del agua superficial y mejora la adherencia de las llantas de los vehículos con el pavimento, se dice que mejora la seguridad a velocidades de altas. Se debe dejar un pequeño espacio entre la junta transversal y el cepillado para evitar problemas de desportilla miento en las curvas, para evitar que los cepillados se traslapen, se puede cubrir el cepillado anterior con plástico, de manera que el cepillado se realice en parte del concreto y en el plástico, buscando siempre el paralelismo con las juntas transversales.

Ilustración 66: Macro-texturizado



Fuente: Propia (2015)

5.7 CURADO

5.7.1 Aplicación de membrana de curado

El curado deberá hacerse inmediatamente después del texturizado transversal cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial. Esta condición se efectúa aplicando en la superficie una membrana de curado en la cantidad adecuada para el correcto curado, obteniendo así, un espesor uniforme, que deje una membrana impermeable y consistente y que evite la evaporación del agua que contiene la mezcla de concreto fresco. Su aplicación deberá hacerse preferentemente con aspersores manuales con irrigadores a presión. El espesor de la membrana se fijará de acuerdo con las características del producto que se utilice y deberá garantizar

**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

su integridad, cubrimiento de la losa y cumplimiento de las especificaciones del fabricante de la membrana de curado. Las membranas de curado que se aplican adecuadamente cubren perfectamente toda la superficie del concreto dejando una película de color blanco que minimiza el aumento en la temperatura de la superficie del concreto. El proceso de curado es importantísimo para la obtención de resistencias, ya que un como todo concreto, si no se cura adecuadamente puede dejar de ganar hasta el 50% de la resistencia especificada.

Ilustración 67: Colocación de compuesto formador de membrana para el curado del concreto.



**Fuente: Roger Bellido. (2014). Productos Químicos para la Construcción.
Recuperado de : <http://rbconspro.wordpress.com>**

Para pavimentos de concreto hidráulico pueden mencionarse dos tipos de curado, el curado húmedo, ya sea por rociado de agua o por recubrimiento de la losa con un material que será humedecido continuamente (yute) y métodos de barrera de humedad, los cuales no adicionan agua sino que impiden el paso de la humedad de la mezcla hacia el exterior mediante el uso de cubiertas plásticas o de compuestos químicos formadores de membrana.

Cuando se utilizan compuestos químicos formadores de membrana, es aconsejable que estos sean de color blanco, esto ayuda a reducir la absorción de calor al mismo tiempo que facilita una mejor visualización del área tratada. El curado también puede hacerse de forma manual o automática en dependencia de la logística de la obra. Si se decide curar con agua, el contratista debe estar consiente que la losa deberá estar siempre húmeda, si deja que el concreto se seque y después se vuelve a humedecer, entonces será exponiendo a la losa a posibles choques térmicos que pueden formar fisuras.

5.8 CORTE Y SELLO DE JUNTAS

5.8.1 corte de juntas

Se deben de cortar primero las juntas transversales y por ultimo las longitudinales.

Las juntas de contracción se realizan con equipo de corte con discos de diamante cuando el concreto tiene un cierto grado de endurecimiento y las contracciones son inferiores a aquellas que causan el agrietamiento (4 a 6hrs. aproximadamente). Después del curado de las losas se procederá al corte de las juntas transversales y longitudinales con discos con punta de diamante. Este corte deberá realizarse cuando el concreto presente características de endurecimiento propicias para su ejecución y antes de que se produzcan agrietamientos no controlados. Las juntas de contracción se realizan con equipo de corte con discos de diamante cuando el concreto tiene un cierto grado de endurecimiento y las contracciones son inferiores a aquellas que causan el agrietamiento (4 a 6 hrs. aproximadamente). Las cortadoras utilizadas en este tipo de proyectos deberán ser autopropulsadas y con una potencia que esté entre los 20 HP y los 40 HP. Las juntas deberán ajustarse a las dimensiones y características mostradas en el proyecto. Los cortes deben realizarse a una profundidad de un tercio del espesor. No debe cortarse toda la profundidad de la losa ó todo su espesor. Cortar la parte superior le permite que en la parte inferior se genere una grieta que le permite transmitir fuerzas cortantes por la trabazón que existe entre los agregados del concreto entre una losa y otra.

Las juntas de contracción en los pavimentos de concreto hidráulico tienen la función de controlar el agrietamiento causado por las variaciones de humedad y temperatura a los que está sujeto el concreto, en otras palabras son grietas controladas. La localización y la profundidad del corte de las juntas deben ser igual a 1/3 del espesor de la losa.

Con excepción de las juntas de construcción (juntas forzadas debido al fin de la jornada laboral o al fin de la batchada del concreto), todas las juntas deben ser debidamente marcadas antes de la colocación del concreto, siguiendo estrictamente el diseño, esto es primordial cuando la transferencia de cargas se realiza mediante el uso de dovelas.

Los puntos de control deben colocarse lo más alejados posibles de la orilla para evitar su remoción por las actividades de colocación del concreto. Cuando se utilizan formaletas fijas es preferible marcar con pintura en aerosol las posiciones correctas de los cortes, utilizando cuerdas que atraviesen el ancho total del pavimento.

Ilustración 68: corte de juntas



Fuente: Propia (2015)

Las juntas deben cortarse en el tiempo tal que los esfuerzos ocasionados por la contracción en el concreto no superen la resistencia a la tensión del mismo, por otro lado también debe tenerse cuidado con un corte temprano que puede producir desprendimiento de los agregados y juntas con planos de cortes débiles (desportillamiento). Al lapso de tiempo comprendido entre estos dos sucesos se conoce como ventana de corte. De manera general, la ventana de corte depende de la mezcla de concreto, de factores climáticos y del grado de fricción de la base.

Los cortes en las losas de concreto deben obedecer a dos simples reglas. La primera que el tamaño de la losa no debe sobrepasar 15 veces su espesor, es decir que una losa de 0.15 m de espesor tiene como tamaño máximo de 2.25m (0.15x15). la segunda es que las losas debe de tener una forma lo más cuadrada posible para evitar que se fisuren a lo largo del lado más largo. En la práctica los rangos de esbeltez o forma de las losas debería de andar entre 0.8-1.2, por ejemplo una losa de 2.25m x 1.7m tiene una relación de esbeltez de 1.32 (2.25/1.7) o de 0.75 (1.7/2.25) por lo tanto esta fuera de los límites recomendados y debería reducirse a 2.0m x 1.7m y así cumplir con el rango de esbeltez. Cabe mencionar que entre más pequeña sea la losa se presentan menos problemas de alabeos y fisuramientos. Sin embargo, debe tenerse cuidado con las modulaciones de las losas que provoquen que las llantas de los vehículos circulen sobre las esquinas, ya que esto provocara grietas de esquina.

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

En calles, intercepciones, o cerca de estructuras fijas, es importante seguir patrones de modulación que le brinden al concreto una liberación de tensiones en lugares donde es más débil, ejemplo en esquinas de cajas de registro.

Los efectos de retracción y de gradientes térmicos en las losas de concreto producen, inevitablemente (excepto en el pretensado), fisuramiento, que sólo podemos controlar o dirigir, precisamente, por medio de líneas de roturas impuestas, llamadas "juntas". Se distinguen 4 tipos de Juntas:

- De Dilatación
- De Construcción Longitudinal
- De Retracción - Flexión
- De Construcción Transversal

1. Junta de Dilatación

De 20 a 30 mm (típico: 25 mm) Son juntas transversales ó longitudinales (pavimentos de vía ancha) que permitirán el movimiento de las losas, a través de un material compresible intermedio, si estas se dilatan por efecto de la temperatura, evitando los desplazamientos no deseables.

Ilustración 69: junta de dilatación



Fuente: Santiago Chile. Juntas de dilatación.2012. Recuperado de [http://www.tecnoav.cl/juntas de dilatación](http://www.tecnoav.cl/juntas%20de%20dilatacion)

- #### **2. Junta de Construcción Longitudinal**
- Resultan del sistema constructivo del pavimento, mediante bandas de ancho fijo.

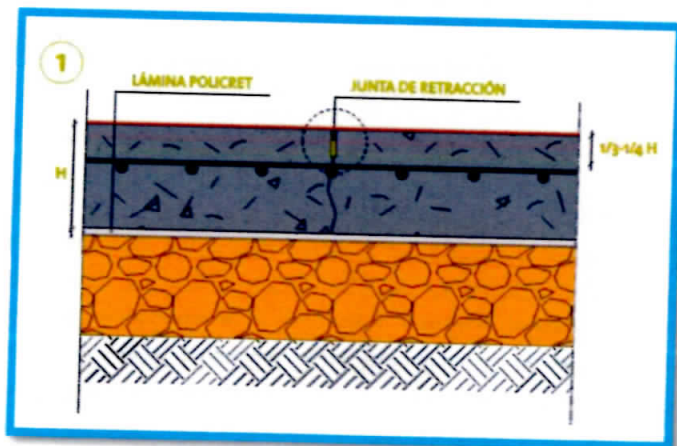
Ilustración 70: Junta de construcción



Fuente: Ing. Carolina Cruz. Juntas de Construcción. (2013). Recuperado de: http://www.es.slideshare.net/Carolina_Cruz/juntas-de-construccion.

3. **Junta de Retracción - Flexión** De 3 a 9 mm de ancho. Son juntas transversales ó longitudinales constituidas por una ranura en la parte superior de las losas. Pueden ser aserradas o construidas en fresco.

Ilustración 71: juntas de retracción



Fuente: OXIMAR (2014) Pavimentos. Sistemas Industriales. Recuperado de : <http://www.oximar.com/pavimentos>

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

4. **Junta de Construcción Transversal** Resultan en las paradas prolongadas (más de 1 hora de trabajo) de la puesta en obra, ó al fin de la jornada. Como son previsibles debe hacerse coincidir con las de contracción.

Estas juntas determinan losas rectangulares, cuyo cuestionamiento conlleva a plantear dos problemas: su separación y la profundidad de la ranura

Las Juntas, son muy importantes en la duración de la estructura, siendo una de las pautas para calificar la bondad de un pavimento. En consecuencia, la conservación y oportuna reparación de las fallas en las juntas es decisiva para la vida de servicio de un pavimento. Por su ancho, por la función que cumplen y para lograr un rodamiento suave, deben ser rellenadas con materiales apropiados, utilizando técnicas constructivas especificadas.

Ilustración 72: juntas transversales



**Fuente: M.sc. Marlon Valarezo. (2015). Losas de Hormigón sobre el Terreno.
Recuperado de : <http://www.es.slideshare.net>**

5.8.2 Limpieza y sello de juntas

La limpieza de juntas se hará con agua a presión y apoyados con una rastra para dejar perfectamente limpia de material la totalidad de la junta, posteriormente se realizará el secado de la junta con aire a presión, una vez seca la junta y perfectamente libre de polvo en sus paredes, se procederá a colocar una cintilla de respaldo (Backer Rod) cuya función principal es la de minimizar la utilización del sellador e inmediatamente después se coloca el sellador dentro de la junta respetando las indicaciones del fabricante en cuanto a su factor de forma y modo de aplicación. Es importante que el sellador sea un material auto-nivelante de un solo componente, elástico, resistente a los efectos de combustibles y aceites automotrices, con propiedades adherentes al concreto y que permita las dilataciones y contracciones que se presenten en las losas, sin agrietarse,

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

debiéndose emplear productos que cumplan con lo anteriormente expuesto, los cuales deberán solidificarse a temperatura ambiente. Es necesario que la superficie del sellador se aloje por debajo de la superficie de rodamiento entre 3 mm y 6 mm con el fin de evitar que entre en contacto con los neumáticos de los vehículos y se pueda deteriorar.

Una vez aserrada la junta, esta debe ser limpiada y a los 28 días se debe sellar. El sello debe asegurar la hermeticidad de las juntas, con el fin de prevenir el ingreso de humedad y de elementos que pueden perjudicar el buen desempeño del pavimento. Antes de la colocación del material sellante, por motivos de economía y eficiencia, se coloca una tirilla de respaldo para evitar que el sello se escurra hasta el fondo de la grieta.

La profundidad del sello es importante de tomar en cuenta, ya que un sellado muy profundo no permitirá el movimiento horizontal de la junta y provocara desprendimientos de sello, el factor de forma es importante para los sellos de de silicona debe ser de 0.5 (profundidad/ancho). Otro tema sumamente importante en la colocación del sello, es la profundidad de la parte superior del sellante, si el sello sobresale del concreto al pasar las llantas de los vehículos los levantan o despegan. Por esta razón, el sello debe estar colocado por debajo del nivel terminado del concreto para que las llantas de los vehículos nunca lo toquen.

El momento de sellar las juntas es también un punto importante a considerar. El concreto se contrae considerablemente en los primeros 28 días de curado por lo tanto, el tamaño de las juntas del concreto aumenta en este periodo. El sello colocado en un concreto con 7 días presentara problemas de desprendimiento del sello futuro cercano. El sellado es recomendado hacerlo a los 28 días después del colado del concreto.

La función del sellador es la de evitar que partículas incompresibles (piedras) penetren en la junta y puedan generar desportilladuras en los bordes de las losas debido al movimiento de las mismas. Otra función es la de impedir que el agua de la superficie pueda penetrar a la estructura de soporte y evitar problemas de expulsión de finos, pérdida de soporte y reducción de resistencia del material de sub-base.

el sellador de juntas es minimizar la infiltración de agua a la estructura del pavimento y evitar la intrusión de materiales incompresibles dentro de las juntas que pueden causar la rotura de éstas (descascamientos). En la selección del sello se debe considerar su vida útil esperada, el tipo de sello, tipo de junta, datos climáticos y el costo de control de tránsito en cada aplicación del sello, en todo el período económico de análisis. El tipo de junta es muy influyente en la selección del material

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

de sello. Todo material de sellos de juntas de pavimentos de concreto, deben cumplir con las siguientes características:

- Impermeabilidad
- Deformabilidad
- Resiliencia
- Adherencia
- Resistencia
- Estable
- Durable

Finalmente, el sellado se hará antes de la entrega al tránsito y previa limpieza de la junta, con la finalidad de asegurar un servicio a largo plazo del sellador. Los siguientes puntos son esenciales para las tareas de sellado:

- Inmediatamente antes de sellar, se deben limpiar las juntas en forma integral para librarlas de todo resto de lechada de cemento, compuesto de curado y demás materiales extraños.
- Para limpiar la junta, se puede usar arenado, cepillo de alambre, chorro de agua o alguna combinación de estas herramientas. Las caras de la junta se pueden imprimir inmediatamente después de la limpieza.
- Es necesario usar el soplado con aire como paso final de la limpieza.
- Cabe mencionar que la limpieza solo se hará sobre la cara donde se adherirá el sellador.

Típicamente se utilizan tres tipos de sellantes:

1. sellos líquidos

La performance a largo plazo de este tipo de sello, depende de su capacidad de adhesión con la cara de la junta. Los sellos líquidos pueden ser de asfalto, caucho colocado en caliente, compuesto elastoméricos, siliconas y polímeros. Los materiales son colocados en las juntas en forma líquida, permitiéndoseles fraguar.

Ilustración 73: Sello líquidos



Fuente: Propia (2015)

2. sellos elastomericos preformados

Este tipo de sello, depende de su capacidad de recuperación a la compresión. Son sellos de neopreno extruido que tienen redes internas que ejercen una fuerza hacia fuera contra las caras de la junta. A diferencia de los sellos líquidos que experimentan esfuerzos de compresión y tensión, los sellos preformados solo se diseñan para esfuerzos de tensión.

Ilustración 74: Sellos elastómeros preformados



Fuente: Andrés Poblete. (2012) Registro técnico de materiales.. Recuperado de: <http://www.especificar.cl>

3. Sellos a compresión.

5.9 Apertura al tráfico

La apertura al tráfico liviano se realiza cuando la resistencia del concreto ha alcanzado el 80 % de la resistencia de diseño, sin embargo debe tenerse cuidado con el tráfico de construcción.

5.10 CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO DURANTE EL PROCESO DE PAVIMENTACION.

Las pruebas de control de calidad del concreto durante la pavimentación, pueden incluir pero no limitarse a pruebas de revenimiento, temperatura, masa volumétrica, contenido de aire y resistencia.

5.10.1 Frecuencia de muestreo

El ACI 318-08 (5.6.2.1) establece al menos tres criterios para determinar la frecuencia de muestreo mínima para cada tipo de concreto :

- Una vez cada día que se coloque determinada clase de concreto , pero menos que
- Una vez por cada 110 m³ de cada clase de concreto colocada día , ni menor que
- Una vez por cada 460 m² de superficie de losa o muro construida cada día

También se establece que cuando el volumen total de concreto a colar genere gran cantidad menor de cinco ensayos de resistencia para cada clase de concreto, los ensayos deben realizarse por lo menos en cinco tandas de mezclado seleccionadas al azar, o en cada tanda cuando se empleen menos de cinco.

Las muestras no deben seleccionarse con base en la apariencia, la conveniencia u otro criterio sesgado, ya que la muestra pierde representatividad y pueden obtenerse resultados engañosos que no se corresponden con la realidad.

5.10.2 Muestreo del concreto fresco

Las muestras de concreto fresco deben obtenerse y manejarse de acuerdo con la norma **ASTM C 172** "practica estándar para el muestreo de concreto recién mezclado".

Básicamente la norma establece los siguientes aspectos:

- Muestrear el concreto en dos o más intervalos igualmente espaciados durante la descarga de la porción media de la mezcla.

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

- Pasar respectivamente el recipiente interceptando el flujo de la descarga o desviar completamente el flujo de descarga hacia el recipiente de muestreo, usualmente en carretillas.
- Trasladar las muestras al lugar de la prueba.
- Combinar las muestras y remezcla para formar la muestra completa.
- Obtener la muestra compuesta dentro de un intervalo de 15 minutos, luego de la llegada del camión.
- El tamaño mínimo de la muestra empleada para pruebas de resistencia debe de ser 28 litros o la cantidad necesaria para moldear el número de muestras requeridas por el proyecto.
- Emplear la muestra dentro de los 15 minutos siguientes a ser tomada. La muestra debe protegerse adecuadamente, un mal manejo ocasiona resultados no satisfactorios, provocando controversias.

5.10.3 Revenimiento (consistencia)

El ensaye de revenimiento o asentamiento del **CONO DE ABRAMS** es el método más empleado para medir la consistencia (capacidad de fluir) del concreto y su procedimiento está regulado por la norma **ASTM C 143** "método de ensaye estándar para determinar el revenimiento del concreto fresco".

El procedimiento consiste en llenar el cono en tres capas de igual volumen (no altura) aplicando 25 golpes a cada capa con una barra recta de acero de 5/8" (16 mm) de diámetro y 24" (600 mm) de largo, con uno de sus extremos (el apasionador) de forma semiesférica.

Ilustración 75: cono de Abraham



**Fuente: construcción concreto ensayos (2013) . Recuperado De :
<http://www.arqhys.com/construccion/ensayos/concreto>.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

Luego del llenado y el apisonado, se enrasa la parte superior con la misma barra y se levanta el cono de forma vertical y sin movimiento lateral 5 ± 2 segundos. La operación entera desde el comienzo del llenado hasta el levantamiento del molde debe llevarse a cabo sin interrupciones y en un tiempo de aproximadamente 2.5 minutos.

Finalmente, se coloca el molde invertido a la par del concreto y auxiliándose de la barra, colocada de manera horizontal sobre el cono, se procede a leer, mediante una regla, la distancia entre la parte inferior de la barra y el centro desplazado de la superficie original del concreto. La lectura se realiza con una precisión de $\frac{1}{4}$ " (5 mm).

5.10.4 Temperatura del concreto fresco

5.10.4.1 Tasa de evaporación

La temperatura del aire, la humedad relativa, temperatura del concreto y la velocidad del viento se combinan para evaporar agua de la superficie del pavimento. La velocidad con que esta agua escapa del concreto se llama TASA DE EVAPORACION y tiene como unidad de medida $\text{kg/m}^2/\text{hr}$. Esta se puede calcular utilizando el monograma generado por **ACI 305R-99**

Según la **ACI 305R-99**, el concreto comienza a sufrir problemas de fisuramientos cuando la tasa de evaporación se acerca a $1 \text{ kg/m}^2/\text{hr}$.

Para disminuir los efectos de la tasa de evaporación en los proyectos de pavimentos hay dos tipos de medidas que se pueden implementar; **controles en la fabricación del concreto y controles en la obra.**

Controles en la fabricación del concreto :

1. Los agregados son la mayor fuente de calor para la mezcla por ser la porción más grande por metro cubico. Por lo tanto, tapar con mantas blancas los agregados o rociarlos permanentemente con agua a bajas temperatura del producto final.
2. La temperatura del agua de la mezcla es otro método para disminuir la temperatura, ya sea por medio de un enfriador de agua (chilller) o con la incorporación de hielo en el diseño de mezcla.
3. El cemento también pueden ser controlado estableciendo valores máximos de temperatura o almacenando suficiente cemento en la obra en silos

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

blancos, para que permanezca la mayor cantidad de tiempo en el sitio y se acerque a la temperatura ambiente.

4. Instalar la planta de concreto lo más cerca posible al sitio de colada, para disminuir el tiempo de traslado a la obra y que el concreto no se caliente en los camiones que lo trasladan.
5. Ocupar camiones mezcladores pintados de blanco.
6. Uso de fibras plásticas para disminuir la formación de fisuras plásticas.

Controles en la obra:

1. De los factores más efectivos para controlar la temperatura en la obra, se encuentra planificar las coladas cuando la temperatura ambiente se encuentra en descenso, lo cual equivale a jornadas de trabajo aproximadamente entre las 3:00 y las 11:00 pm horas. Sin embargo, el colar de tarde requiere una fuerte inversión en iluminación artificial y un esfuerzo mayor para conseguir la misma calidad en los acabados que durante el colado de día.
2. El humedecer la base es fundamental para evitar la pérdida de humedad.
3. La utilización de reductores de evaporación debe ser realizada con mucho cuidado para no afectar la resistencia de la parte superficial del concreto, en los primeros 15 minutos después de extendido el concreto.
4. Las barreras de viento y de sol son ampliamente sugeridas, cabe mencionar que son costosas y de difícil manejo.
5. Se sugiere aplicar curadores o membranas de parafina después de la llaneada y antes de los acabados y posterior a ellos para evitar la evaporación de agua.

En la región el tema de la temperatura del concreto, al momento de colarse en pavimentos es abordado de diferentes maneras, algunos países restringen una temperatura máxima del concreto al momento de colarlo (de 29°C a 32°C) otras restringen la tasa de evaporación en el proyecto, y algunas como al ACI no restringen ninguna de las dos. Pero todas hablan de los efectos adversos que tienen las condiciones ambientales en climas calurosos para el concreto.

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

El control de la temperatura en el concreto como medida aislada no garantiza las mejores condiciones para la colocación de concreto. Sin embargo, es uno de los factores controlables en los proyectos, el resto como velocidad del viento, temperatura ambiente, radiación solar y humedad son igualmente importantes pero de difícil control.

El desempeño del concreto, su resistencia y calidad de acabados, son lo mas importante para los dueños de los proyecto. Las normas e institutos dan guías para llegar a lo requerido por los diseñadores, los límites de temperatura máxima (32°C) y tasa de evaporación (1 kg/m²/hr) son puntos de alerta para que el responsable del proyecto tome las medidas pertinentes a fin de no arriesgar ni la resistencia final ni acabados del pavimento.

Las recomendaciones hechas por las normas son certeras dado que cada proyecto es único. Todas siguen la realización de un tramo de prueba donde se pueden calibrar los trabajos según las metas a cumplir, tomando en cuenta las características y estrategias del proyecto.

La medición de la temperatura se lleva a cabo de acuerdo con la norma ASTM C 1064 (Método de ensaye estándar para la temperatura de concreto fresco). La medición de la temperatura se puede realizar con termómetros de vidrio o con coraza y termómetros electrónicos con lectura digital. Estos deben tener una precisión de ($\pm 0.5^\circ\text{C}$) y deben permanecer en la muestra por lo menos durante 2 minutos o hasta que la lectura se estabilice, debe haber un mínimo de 3" (75mm) de concreto rodeando la parte sensitiva del termómetro. La medición de la temperatura debe realizarse en un periodo no mayor de 5 minutos luego de la toma de la muestra.

5.10.5 Masa volumétrica

La masa volumétrica o densidad del concreto fresco se determina de acuerdo con la norma ASTM C 138 (Método de ensaye estándar para determinar densidad (peso unitario) rendimiento y contenido de aire del concreto fresco, método gravimétrico).

El método consiste en colocar el concreto en un recipiente cilíndrico, cuya capacidad (volumen) varía según el tamaño nominal máximo del agregado grueso, el concreto se coloca en capas de igual volumen según el método de consolidación utilizado, tres capas si es varillado (25 a 50 golpes en dependencia del volumen de recipiente) y dos capas si la consolidación se realiza por vibración interna, cuando la consolidación se realiza por varillado se debe golpear de 10 a 15 veces el costado del recipiente con un mazo de goma luego de varillar cada capa de concreto. Posterior a la consolidación, se enrasa la superficie plana y lisa. Finalmente se pesa

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

el recipiente en una balanza de precisión de 0.3% de la masa prevista del recipiente y de la muestra.

De tal manera que la masa volumétrica es el resultado de dividir la masa obtenida (sin el peso del recipiente) y dividirla entre el volumen del molde.

5.10.6 Contenido de aire

Para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco, pueden utilizarse diferentes métodos: el método por presión (ASTMC 231) el método volumétrico (ASTM C 173) y el método gravimétrico (ASTM C 138).

El método por presión se basa en la ley de Boyle, la cual relaciona presión y volumen. Es un método de campo práctico para medir el contenido de aire de todos los concretos, excepto aquellos que son fabricados con agregado porosos y de peso ligero.

El método volumétrico requiere la remoción del aire de un volumen conocido de concreto, mediante la agitación del mismo dentro de un exceso de agua con este método se puede probar cualquier tipo de concreto, especialmente los que contienen agregados porosos y de peso ligero.

El método gravimétrico requiere del conocimiento preciso de las gravedades específicas y los volúmenes absolutos de los ingredientes de la mezcla. De tal manera que la masa volumétrica medida del concreto se substrahe de la masa volumétrica teórica (determinada a partir de los volúmenes absolutos de los materiales), asumiéndose que no hay aire presente. La diferencia, expresada como porcentaje de la masa volumétrica teórica, es el contenido de aire.

Ilustración 76: Método de presión para medir el aire.



Fuente: Marlon Valarezo.(2013) Ensayos de control Recuperado de:
<http://www.es.slideshare.net/ensayos.2013>.

✚ Elaboración de los especímenes para pruebas de resistencia.

El moldeo y curado de las probetas se realiza de acuerdo a las normas: ASTM C 31 Practica estándar para preparación y curado de especímenes de concreto para ensaye en el campo. Se deben cumplir los siguientes requerimientos:

- Los especímenes deben elaborarse antes de cumplir 15 minutos después de la obtención de la mezcla de concreto.
- El diámetro del cilindro deben ser (por lo menos) tres veces mayor que el diámetro máximo del agregado grueso y la longitud debe ser lo más cerca posible de dos veces el diámetro.
- La probeta estándar para la resistencia a compresión del concreto con agregado de tamaño máximo de 2" (50mm) o menos, es de 12" (300mm) de altura y 6" (150mm) de diámetro, aunque también pueden utilizarse cilindros de 8" (200mm) de altura y 4" (100mm) de diámetro.
- Las vigas para el ensaye de resistencia a flexión tienen normalmente 6"x6" (150mm x 150mm) de sección transversal para concreto con agregados de hasta 2" (50mm) de tamaño máximo, con una longitud de 18" (450mm) mas 2" (50mm) para un total de 20" (500mm). Cuando el agregado utilizado tiene

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

un llamado máximo mayor de 2" (50mm), la dimensión mínima de la viga debe ser por lo menos de tres veces la dimensión máxima el agregado y la longitud tres veces la profundidad de la viga más 2" (50mm).

- Los cilindros de prueba que se compactan con golpes (revenimiento de 1" o más) se deben llenar en tres capas aproximadamente iguales y cada capa debe recibir 25 golpes, mientras que en las vigas (resistencia a la flexión) con hasta 8" (200mm) de profundidad se deben llenar en dos capas, golpeándolas con una varilla lisa de punta redondeada de 5/8" (16mm) de diámetro una vez por cada 2 pulg² (2500mm²) de superficie superior.
- Los cilindros de ensayo curados en obra deben fabricarse al mismo tiempo y usando las mismas muestras que los cilindros de ensayo curados en laboratorio.
- El espécimen debe mantenerse inmerso en agua saturada con cal durante 20 horas como mínimo, antes de ensayarse.

Es preciso resaltar que la resistencia de los especímenes de prueba se ve afectada considerablemente por golpes, cambios de temperatura y exposición al secado, principalmente en las 24 horas después de su moldeo.

Por último, los especímenes deben rotularse adecuadamente en la parte externa para prevenir confusiones, no deben marcarse en la superficie libre del concreto.

✚ Criterios de la aceptación.

Desde que los resultados de resistencia a la flexión o a la compresión se utilizan para la aceptación, los criterios de aceptación permiten datos ocasionales de baja resistencia. La mezcla de concreto se debe considerar adecuada cuando el promedio de 3 resultados consecutivos de ensayos , es igual o exceda la resistencia especificada y ningún resultado individual sea menor en 500 psi (3.5 MPa) para compresión o 75 psi (0.5 MPa) en flexión.

En el caso que ocurran una cantidad de resultados bajos de resistencia más allá de los estadísticamente esperados, se debe proceder según lo establecido por el ACI 318-08 en el numeral 5.6.5 antes de tomar una decisión al respecto de la obra. El ACI recomienda investigar los resultados bajos mediante ensayos no destructivos, tales como penetración de sonda, martillo de rebote (esclerómetro) velocidad de

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

pulso electrónico y arrancamiento, en caso de ser necesario pueden realizarse extracciones de núcleos y pruebas de carga.

En este caso durante la obra se realizaron pruebas empíricas para verificar la compactación del suelo como por ejemplo, intentar incrustar con fuerza la punta de una pala y si logra penetrar con facilidad sacando una cantidad de tierra considerable, se dice que el suelo aún no está bien compactado o bien se toma una varilla de acero la incrustamos con fuerza en el suelo y viendo si entra sin dificultad alguna entonces aún no está bien compactado. Estas pruebas se hacen de esta manera para agilizar el trabajo ya una vez compactado el suelo posteriormente de haber hecho las pruebas empíricas anteriormente mencionadas, se procede a traer el equipo digital y de presión que verifica a ciencia cierta de cuanto es la compactación del suelo.

Una vez comprobado, procedemos a realizar el formateado, para hacer el correado del concreto que por lo general en 3 losas es la capacidad de cada chimbo que trae entre 7 y 8 m³ de cemento.

5.10.7 TIPOS DE MUESTRA ELABORADA EN EL PROYECTO.

Para alcanzar una buena calidad en la construcción de los pavimentos de concreto y de los pavimentos en general, es crucial obtener el desempeño esperado a lo largo de la vida útil del mismo, por lo que se necesita realizar pruebas eficaces que comprueben una buena compactación en el terreno las cuales existen de dos maneras científica y empírica.

En este proyecto se aplicaron ambas, prueba de compactación proctor estándar (ensayo de compactación proctor normal) que consiste en El Grado de compactación de un terreno se expresa en porcentaje respecto al ensayo Proctor; es decir, una compactación del 85% de Proctor Normal quiere decir que se alcanza el 85% de la máxima densidad posible para ese terreno y de manera empírica es el que consiste en clavar la punta de una pala o una varilla de acero en el suelo compactado para verificar que no se desprenda material con facilidad si es así quiere decir que el terreno le falta compactación.

CONCLUSIONES

Como resultado de este proyecto, se ha desarrollado el presente manual básico para pavimentos de concreto hidráulico con el propósito de servir como soporte a los profesionales y estudiantes del sector de la construcción de una manera clara y precisa, los procesos constructivos que se lleva acabo para la elaboración de una losa de concreto que se basa en las etapas y sub-etapas desde la preparación de la subrasante hasta las operaciones de acabados, tomando en cuenta la preparación y ejecución del proyecto (PISTA LARREYNAGA) que se tomó como modelo (MERCADO MAYOREO- VILLA DIGNIDAD) para la construcción de pavimentación en concreto hidráulico y de esta forma reducir al mínimo o hasta eliminar los problemas que se puedan presentar y obtener así pavimentos con la calidad especificada.

El proyecto requiere de ciertas etapas, que seguidamente deben cumplir con las notas generales de construcción detallada en los planos, que son Concreto ,Acero De Refuerzos, Construcción , Especificaciones, Barandas, Pintura ,Cimentaciones, Drenaje Pluvial y Prueba De Compactación, las cuales damos a conocer en este manual al igual que las etapas que se llevan a cabo para una buena construcción que como modelo tomamos el proyecto pista Larreynaga (tramo Mercado Mayoreo-Villa Dignidad) la cual se hizo de concreto hidráulico (pre-mezclado) con un presupuesto en base a la primera etapa de 1.2km, que inicio el 01/01/2015 teniendo un periodo de 9 meses de ejecución de trabajo laborales tomando en cuenta los días libres de feriados y festivos con un presupuesto de c\$147,785,240.70 COSTO TOTAL CON IVA. Tiene un beneficio positivo dentro de las comunidades aledañas ya que brindara una mejor comodidad para la movilización de los medios de transporte conectando entre sí a las comunidades que quedan cerca de la ruta de esta carretera, a su vez agilizando el tránsito pesado y liviano de la carretera norte.

Por consiguiente este documento servirá de mucho para el estudio, practica y trabajo de los diferentes lectores interesados en el área de la construcción.

RECOMENDACIONES

- ✚ Antes de poner en marcha un proyecto, siempre realizar con anticipación de manera completa y segura, constatar que los estudios de la zona predestinada a ejecutar una construcción sean correctos. A su vez hacer un estudio de tránsito para así, elegir una buena carpeta de rodamiento con la capacidad necesaria para soportar las cargas para las cuales fue diseñada.
- ✚ Seguir al pie de la letra las normas estándares o las normas establecidas para la construcción de la misma, seguidamente de las especificaciones técnicas para lograr una construcción con un resultado satisfactorio para el cual fue hecho.
- ✚ Estar siempre previstos para cualquier tipo de imprevistos climáticos o de otro tipo como filtración de aguas, para así tomar en cuenta el tiempo de retraso probable y no faltar a la fecha de entrega establecido.
- ✚ Cumplir con los acuerdos establecidos a las personas que se verán afectadas por el paso de construcción, referente a su movilización o cortes de propiedades privadas.
- ✚ Realizar los cortes transversales y longitudinales, con respecto a las medidas establecidas para evitar la fractura de la losa respetando la profundidad en relación a la grieta.
- ✚ Verificar que no se encuentren imperfectos que puedan perjudicar severamente el proyecto en un futuro para que no se efectúen modificaciones a últimas instancias.

BIBLIOGRAFIAS

- perfil pista larreynaga-PDF (agosto 2015) Alcaldía de Managua (ALMA)
Disponible en <http://www.google.com/intl/es/earth/>
- ALMA (2015)
- Samuel Mora. Ingeniero Civil. (03 junio 2013) Gestion y normativa vial. (en línea) San Isidro. Peru. Asociacion de Productores de Cemenento ASOCEM
Disponible en http://www.3.pavimento_concreto:ing_mora.com (12 septiembre 2015)
- Ing. Constructor Ricardo Javier Miranda (2010) Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos (en línea). Valdivia-Chile. Tesis. Universidad Austral de Chile. Disponible en <http://www.cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010> (12 septiembre 2015)
- Ing. Civil Jose Eloy Maguiña.(27 marzo 2012) Juntas en el concreto. (en línea) Peru. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Disponible en <http://civilgeeks.com/2012/03/27/juntas-en-el-concreto> (20 de septiembre 2015)
- Ing. Ricardo Díaz e Ing. Fernando Luna. (2005) Guía Básica para la construcción de pavimentos de concreto hidráulico. Managua-Nicaragua. Instituto Nicaragüense del cemento y del concreto. Disponible en: Guía Básica para la construcción de pavimentos de concreto hidráulico INCYC.
- Pavimentacion Concreto Hidraulico. Servicios Concreto. Disponible en <http://www.grupomic.com/servicios/concreto.html>
- Mr. Eric He. (1995) Alibaba Group. (en línea) Xingang Port China Continental. Disponible en: <http://www.Alibaba.com-acero>
- Gobierno Municipal Construcción obras públicas (2010) Loma Bonita. Oaxaca. México. Disponible en [http:// www.lomabonita.gob.mx/portal/index](http://www.lomabonita.gob.mx/portal/index)

**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

- Secretaria de Infraestructura y comunicaciones. (17 octubre 2006) Gobierno Aguas Calientes. Colado del pavimento. Disponible en: <http://www.aguascalientes.gob.mx/transparencia/calidad/sop/Obras/ReportesVarios>
- Regla vibratoria tipo cercha. (2012). Provincia de buenos aires, argentina. regla vibratoria. (en línea) Disponible en :<http://www.leiten.com.ar/es/producto>
- Arquitecto Jorge Longoria (2015) Monterrey México. Rodillo Vibratorio (en línea) Disponible en: <https://.movimet.com/monterrey-vialidad-metropolitana-en-estado-de-desastre>.
- Revista Constructivo (pagina9). Pavimentadoras, eficiencia y precisión en el acabado. (2001) Lima Perú. Pavimentadora de formaleta deslizante. (en línea) Disponible en: <https://.www.constructivo.com/cn/d/novedades>.
- Pisos Texturizados de concreto. (2006-2012) México. Texturizado del concreto (en línea) Disponible en <http://www.iztapalapa-distrito-federal.nexolocal.com.mx>
- Ing. Marcelo Dalimier. (10-14 septiembre 2012) Terminación superficial de pavimentos de concreto. Panamá. IX Seminario ALAPCA de Pavimentos. (en línea) Disponible en: <http://www.icao.int/SAM/Documents>
- Roger Bellido. (mayo 2015) Productos Químicos para la Construcción. Disponible en : <http://rbconspro.wordpress.com>
- Ing. Daniel Ortiz (1985) Santiago Chile. TECNOAV tecnología estructurales avanzadas. Juntas de dilatación. Disponible en: <http://www.tecnoav.cl/juntas-de-dilatacion>
- Ing. Carolina Cruz. (29 octubre 2013) Juntas de Construcción. Disponible en http://www.es.slideshare.net/Carolina_Cruz/juntas-de-construccion.
- OXIMAR 1800 Pavimentos. Sistemas Industriales. juntas de retracción. Disponible en :<http://www.oximar.com/pavimentos>

**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

- M.sc. Marlon Valarezo. (17 enero 2015). Losas de Hormigón sobre el Terreno. Disponible en <http://www.es.slideshare.net>
- Andrés Poblete. Chile. Registro técnico de materiales. Corporación de desarrollo tecnológico. Disponible en <http://www.especificar.cl>
- Construcción concreto ensayos. (22 mayo 2004) Arquitectura y decoración. Disponible en: [http://www.arqhys.com/construccion/ensayos/ concreto](http://www.arqhys.com/construccion/ensayos/concreto).
- Marlon Valarezo.(15 julio 2011) Ensayos de control en el hormigón. Disponible en <http://www.es.slideshare.net/ensayos>.
- NIVELACION INTELIGENTE. (2012) EE.UU Caterpillar Empresa. Disponible en: https://mining.cat.com/cda/files/3268259/9/LMGBrochure_ES_LR.pdf
- Ing. Carolina García. Ing. Patricia Vergara. Ing. Giancarlo Salazar. Estructura de Pavimento. Lima Perú. Duravia concretando caminos. <http://www.duravia.com.pe/hello-world/>
- Ing. Jesús David Osorio. (07 septiembre 2010) Colombia. Historia del concreto y del cemento Disponible en: <http://blog.360gradosenconcreto.com/historia-del-concreto/>
- Erving Sánchez Rizo (18 julio 2012) Calles para el pueblo alcaldía de Managua. Gobierno y alcaldía de Managua impulsaran calles para el pueblo. <http://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:3210-gobierno-y-alcaldia-de-managua-impulsaran-calles-para-el-pueblo>

ANEXOS

COSTO DE CONSTRUCCION DE PROLONGACION PISTA LARREYNAGA ETAPA I (TRAMO MERCADO MAYOREO-VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.

Se realizó un presupuesto, incluyendo mano de obra en base al tramo de la primera etapa, considerando un avance significativo del 76.97% con un costo total de **C\$147,785,240.70 córdobas netos**, iniciando el 01/01/2015 al 31/08/2015. El cual la empresa a cargo Concretos y más S.A dio inicio al proyecto bajo la unidad ejecutora Dirección general de proyectos alcaldía de Managua. Fuente de información tabla de presupuesto Alcaldía de Managua (ALMA-2015).

CONCRETOS Y MAS S.A.

AVANCE FISICO FINANCIERO NO.2 Y PARCIAL

| | |
|----------------------------|--|
| Nombre del Proyecto | Construcción de prolongación pista larreynaga etapa I |
| Fecha de inicio periodo | 19/12/2014 01/01/15 al 31/08/15 |
| Fecha de cobro | 31 de agosto 2015 |
| Unidad ejecutora | Dirección General de Proyectos Alcaldía de Managua |
| Empresa constructora | Concretos y más S.A. |

| Etapas y Sub-Etapas | Actividades | CONTRATO ORIGINAL | | | | PERIODO ANTERIOR | | | |
|---------------------|--|-------------------|-----|----------------|-----------------|------------------|-----------|----------------|------|
| | | Cantidad | u/m | Costo Unitario | Costo Total | % | Cantidad | Costo Total | % |
| | MOVIMIENTO DE TIERRA | | | | C\$27059.668.03 | 21.09 | | C\$9551.857.60 | 7.44 |
| | PRELIMINARES | | | | | | | | |
| | LIMPIEZA INICIAL | | m² | | | | | | |
| | Limpeza inicial con equipo | 140324.45 | m² | C\$6.09 | C\$854.575.87 | 0.67 | 27.597.18 | C\$168.066.83 | 0.13 |
| | REPLANEO TOPOGRAFICO | | m² | | | | | | |
| | Replanteo Topografico en calles | 105292.34 | m² | C\$7.55 | C\$794.957.17 | 0.62 | 27.597.18 | C\$208.358.71 | 0.16 |
| | CONSTRUCCIONES TEMPORALES | | m² | | | | | | |
| | Champa de madera (inc. Pilo-techo de lamina de zinc) para oficina galeron cerrado | 16.00 | m² | C\$5.621.04 | C\$89.936.64 | 0.07 | 16.00 | C\$89.936.64 | 0.07 |
| | DEMOLICIONES Y RESTAURACIONES | | GLB | | | | | | |
| | Remocion de arboles de 30cm (extraer raíces y rellenado con material de sitio) | 35.00 | c/u | C\$5.293.74 | C\$185.280.90 | 0.14 | 30.00 | C\$158.812.20 | 0.12 |
| | Remocion de arboles mayor a 50cm (seacado las raíces y rellenado con material del sitio) | 22.00 | c/u | C\$8.712.11 | C\$191.666.42 | 0.15 | 22.00 | C\$191.666.42 | 0.15 |
| | Demolicion manual de bordillo de piedra cantera menor a 0.30m (inc.desalojo) | 2150.30 | m² | C\$112.24 | C\$241.349.87 | 0.19 | 1.500.00 | C\$168.359.73 | 0.13 |
| | Demolicion manual de cuneta de concreto (con desalojo) | 70.88 | ml | C\$70.02 | C\$4.963.02 | 0 | 70.88 | C\$4.963.02 | 0 |
| | Remocion de poste de concreto de tendido electrico (poste de luz) | 771.17 | ml | C\$67.58 | C\$52.115.87 | 0.04 | 340.00 | C\$22.877.20 | 0.02 |
| | Demolicion manual de andenes de concreto (incluye desalojo) | 3.00 | c/u | C\$9.578.91 | C\$28.738.73 | 0.02 | | C\$0.00 | 0 |
| | Remover y reinstalar poste para telefono | 120.02 | m² | C\$70.81 | C\$8.474.81 | 0.01 | | C\$0.00 | 0 |
| | Reparacion de Acometidas Domiciliar de Agua Potable de 3/4" (incl.exc.relleno y tubería) | 5.00 | c/u | C\$5.726.29 | C\$28.631.25 | 0.02 | | C\$0.00 | 0 |
| | Reparacion de Acometidas Domiciliares Aguas Negras | 50.00 | c/u | C\$415.98 | C\$20.798.00 | 0.02 | 50.00 | C\$20.798.00 | 0.02 |
| | Levantado de pozos de visita 0.60m o menos del nivel de rasante (incluye todo) | 50.00 | c/u | C\$3.089.95 | C\$154.497.50 | 0.12 | 50.00 | C\$154.497.50 | 0.12 |
| | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION | 2.00 | c/u | C\$1.516.00 | C\$3.032.00 | 0 | | C\$0.00 | 0 |
| | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION | | GLB | | | | | | |
| | Movilizacion y deem. De equipo para movimiento de tierras (un modulo) | 10.00 | km | C\$19.072.29 | C\$190.722.90 | 0.15 | 5.00 | C\$95.361.45 | 0.07 |
| | MOVIMIENTO DE TIERRA | | | | | | | | |
| | CORTES | | | | | | | | |
| | Excavacion en la via con tractor | 47908.15 | m³ | | | | | | |
| | Desalojo de tierra de excavacion a 1km (carga equipo), incluye tendido | 59111.75 | m³ | C\$54.92 | C\$32631.115.60 | 2.05 | 18.985.75 | C\$1042.697.39 | 0.81 |
| | RELLENO Y COMPACTACION CON EQUIPO (MODULO) | | m³ | | | | | | |
| | Relleno y compactacion con material sitio (modulo) | 2437.58 | m³ | C\$197.00 | C\$480.203.26 | 0.37 | 2.437.58 | C\$480.203.26 | 0.37 |
| | Proceso de material de préstamo selecto caso II | 31616.76 | m³ | C\$197.00 | C\$6228.501.72 | 4.85 | | C\$0.00 | 0 |
| | Nivelacion y conformacion de terraceria excavacion 15cm y compactacion 95% proctor | 94376.34 | m³ | C\$27.22 | C\$2568.923.97 | 2 | 49.300.00 | C\$1341.946.00 | 1.05 |
| | BASES Y SUB-BASES | | | | | | | | |
| | BASE DE AGREGADOS NATURALES | | | | | | | | |
| | Proceso de Base de agregados triturados 60% con 40% de material selecto arenoso | 18875.27 | m³ | C\$297.13 | C\$5608.408.38 | 4.37 | 9.917.57 | C\$2846.807.57 | 2.3 |

| Etapas y Sub-Etapas | Actividades | CONTRATO ORIGINAL | | | | PERIODO ANTERIOR | | | |
|---|-------------|-------------------|-----|----------------|-----------------|------------------|-----------|----------------|------|
| | | Cantidad | u/m | Costo Unitario | Costo Total | % | Cantidad | Costo Total | % |
| MOVIMIENTO DE TIERRA | | | | | C\$27059.668.03 | 21.09 | | C\$9551.857.60 | 7.44 |
| PRELIMINARES | | | | | | | | | |
| LIMPIEZA INICIAL | | | | | | | | | |
| Limpeza inicial con equipo | | 140324.46 | m² | C\$6.09 | C\$854.575.87 | 0.67 | 27.597.18 | C\$168.066.83 | 0.13 |
| REPLANEADO TOPOGRAFICO | | | | | | | | | |
| Replanteo Topografico en calles | | 105292.34 | m² | C\$7.55 | C\$794.957.17 | 0.62 | 27.597.18 | C\$208.358.71 | 0.16 |
| CONSTRUCCIONES TEMPORALES | | | | | | | | | |
| Champa de madera (inc. Pilo-techo de lamina de zinc) para oficina galleron cerrado | | 16.00 | m² | C\$5.621.04 | C\$89.936.64 | 0.07 | 16.00 | C\$89.936.64 | 0.07 |
| DEMOLICIONES Y RESTAURACIONES | | | | | | | | | |
| Remocion de arboles de 30cm (extraer raices y rellenado con material de sitio) | | 35.00 | c/u | C\$5.293.74 | C\$185.280.90 | 0.14 | 30.00 | C\$158.812.20 | 0.12 |
| Remocion de arboles mayor a 50cm (sacado las raices y rellenado con material del sitio) | | 22.00 | c/u | C\$8.712.11 | C\$191.666.42 | 0.15 | 22.00 | C\$191.666.42 | 0.15 |
| Demolicion manual de bordillo de piedra cantera menor a 0.30m (inc.desalojo) | | 2150.30 | m² | C\$112.24 | C\$241.349.67 | 0.19 | 1,500.00 | C\$168.359.73 | 0.13 |
| Demolicion manual de cuneta de concreto (con desalojo) | | 70.88 | m | C\$70.02 | C\$4.963.02 | 0 | 70.88 | C\$4.963.02 | 0 |
| Remocion de poste de concreto de tendido electrico (poste de luz) | | 771.17 | m | C\$67.58 | C\$52.115.87 | 0.04 | 340.00 | C\$22.977.20 | 0.02 |
| Demolicion manual de ardenes de concreto (incluye desalojo) | | 3.00 | c/u | C\$9.578.91 | C\$28.736.73 | 0.02 | | | |
| Remover y reinstalar poste para telefono | | 120.02 | m² | C\$70.61 | C\$8.474.81 | 0.01 | | C\$0.00 | 0 |
| Reparacion de Acometida Domiciliar de Agua Potable de 3/4" (incl.exc.relleno y tubería) | | 5.00 | c/u | C\$5.728.29 | C\$28.631.25 | 0.02 | | C\$0.00 | 0 |
| Reparacion de Acometidas Domiciliares Aguas Negras | | 50.00 | c/u | C\$415.96 | C\$20.798.00 | 0.02 | 50.00 | C\$20.798.00 | 0.02 |
| Levantado de pozos de visita 0.80m o menos del nivel de rasante (incluye todo) | | 50.00 | c/u | C\$3.089.95 | C\$154.497.50 | 0.12 | 50.00 | C\$154.497.50 | 0.12 |
| MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION | | 2.00 | c/u | C\$1.516.00 | C\$3.032.00 | 0 | | C\$0.00 | 0 |
| MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION | | | | | | | | | |
| Movilizacion y desm. De equipo para movimiento de tierras (un modulo) | | 10.00 | km | C\$19.072.29 | C\$190.722.90 | 0.15 | 5.00 | C\$95.361.45 | 0.07 |
| MOVIMIENTO DE TIERRA | | | | | | | | | |
| CORTES | | | | | | | | | |
| Excavacion en la via con tractor | | | | | | | | | |
| Desajo de tierra de excavacion a 1km (carga equipo). Incluye tendido | | 47908.15 | m³ | C\$54.92 | C\$2631.115.60 | 2.05 | 18.985.75 | C\$1042.697.39 | 0.81 |
| RELLENO Y COMPACTACION CON EQUIPO (MODULO) | | 59111.75 | m³ | C\$90.44 | C\$5346.066.22 | 4.17 | 24.681.48 | C\$2232.193.05 | 1.74 |
| Relleno y compactacion con material sitio (modulo) | | | | | | | | | |
| Proceso de material de préstamo selecto caso II | | 2437.58 | m³ | C\$197.00 | C\$480.203.26 | 0.37 | 2.437.58 | C\$480.203.26 | 0.37 |
| Nivelacion y conformacion de terraceria excavacion 15cm y compactacion 95% proctor | | 31616.76 | m² | C\$197.00 | C\$6228.501.72 | 4.85 | | C\$0.00 | 0 |
| BASES Y SUB-BASES | | 94376.34 | m² | C\$27.22 | C\$2568.923.97 | 2 | 49,300.00 | C\$1341.946.00 | 1.05 |
| BASE DE AGREGADOS NATURALES | | | | | | | | | |
| Proceso de Base de agregados triturados 60% con 40% de material selecto arenoso | | 18875.27 | m² | C\$297.13 | C\$5608.408.38 | 4.37 | 9,917.57 | C\$2946.807.57 | 2.3 |

| OBRAS DE PROTECCION | | | | | | | | | |
|---|----------|----------------|-------------|--|--|-----------------|------|----------|---------------|
| EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS | | | | | | | | | |
| Excavacion para estructuras con excavadora (sin desalio) | | | | | | | | | |
| RELLENO Y TERRAPLENES PARA ESTRUCTURA | | | | | | | | | |
| Desalio de tierra de excavacion a 1 km (carga equipo) | 2490.37 | m ³ | C\$151.66 | | | C\$377,689.15 | 0.29 | 1,478.39 | C\$224,212.63 |
| Releno y compactacion manual (con apisonadora) | 2479.84 | m ³ | C\$90.44 | | | C\$224,276.80 | 0.17 | | C\$0.00 |
| MURO DE CONTENCIÓN DE PIEDRA CANTERA | 582.80 | m ³ | C\$221.30 | | | C\$128,973.14 | 0.1 | | C\$0.00 |
| Muro de piedra cantera de 0.15mx0.40mx0.80m (de plan) elizado (no incl. excav. ni releno) | | m ³ | | | | | | | |
| DISPOSITIVOS DE DRENAJE | 208.29 | m ³ | C\$2,942.22 | | | C\$615,771.24 | 0.48 | | C\$0.00 |
| CAJA HIDRAULICA | | | | | | C\$11555,331.56 | 9.01 | | C\$0.00 |
| Caja de cruce 1-6 (0+113.91, 0+120.0+140.0+295.38, 0+456.0+465) | | | | | | | | | |
| Excavacion para estructuras T. Natural (con retroexcavadora) | | | | | | | | | |
| Acero de refuerzo G-40 (alistar armar y colocar) | 203.63 | m ³ | C\$181.62 | | | C\$36,963.28 | 0.03 | | C\$0.00 |
| Concreto de 3500 PSI (con mezcladora) | 18130.75 | LBS | C\$27.17 | | | C\$492,612.40 | 0.38 | | C\$0.00 |
| Formaleta en losa | 65.95 | M ² | C\$4,807.00 | | | C\$317,031.26 | 0.25 | | C\$0.00 |
| Formaleta metalica en muros symons o similar | 108.1 | M ² | C\$368.42 | | | C\$40,194.62 | 0.03 | | C\$0.00 |
| Releno y compactacion manual (con apisonadora) | 281.71 | M ² | C\$633.53 | | | C\$178,471.10 | 0.14 | | C\$0.00 |
| Desalio de Tierra de excavacion a 1 km (carga equipo) | 92.41 | M ³ | C\$225.48 | | | C\$20,836.56 | 0.02 | | C\$0.00 |
| Caja de cruce 7 (0+800) | 115.42 | M ³ | C\$92.15 | | | C\$10,635.58 | 0.01 | | C\$0.00 |
| Excavacion para estructuras T. Natural (con retroexcavadora) | | | | | | | | | |
| Acero de Refuerzo G-40 (Alistar Armar y Colocar) | 61.71 | M ³ | C\$181.62 | | | C\$11,207.77 | 0.01 | | C\$0.00 |
| Concreto de 3500 PSI (con mezcladora) | 1985.13 | LBS | C\$27.17 | | | C\$53,935.86 | 0.04 | | C\$0.00 |
| Formaleta en losa | 11.17 | M ² | C\$4,807.00 | | | C\$53,705.87 | 0.04 | | C\$0.00 |
| Formaleta metalica en muros symons o similar | 18.4 | M ² | C\$368.42 | | | C\$6,778.82 | 0.01 | | C\$0.00 |
| Releno y compactacion manual (con apisonadora) | 62.61 | M ² | C\$633.53 | | | C\$39,664.81 | 0.03 | | C\$0.00 |
| Desalio de Tierra de excavacion a 1 km (carga equipo) | 13.39 | M ³ | C\$225.48 | | | C\$3,019.36 | 0 | | C\$0.00 |
| Filtro de piedra triturada (grava 2") y dren de tubo pvc | 37.19 | M ³ | C\$92.15 | | | C\$3,426.72 | 0 | | C\$0.00 |
| Malla electrosoldada de acero G-70, 2.35x6m de 6"x6", 2/2 | 18 | C/U | C\$1,562.09 | | | C\$28,117.62 | 0.02 | | C\$0.00 |
| caja de captacion (0+794.35) | 20.65 | M ² | C\$231.96 | | | C\$4,790.83 | 0 | | C\$0.00 |
| Excavacion para estructuras T. Natural (con retroexcavadora) | | | | | | | | | |
| Acero de Refuerzo G-40 Mayor al #4 (Alistar Armar y Colocar) | 73 | M ³ | C\$181.62 | | | C\$13,258.26 | 0.01 | | C\$0.00 |
| Concreto de 3500 PSI (con mezcladora) | 1434.98 | LBS | C\$27.17 | | | C\$38,988.47 | 0.03 | | C\$0.00 |
| Formaleta en losa | 4.26 | M ² | C\$4,807.00 | | | C\$20,497.05 | 0.02 | | C\$0.00 |
| Formaleta metalica en muros symons o similar | 4 | M ² | C\$368.42 | | | C\$1,473.68 | 0 | | C\$0.00 |
| Releno y compactacion manual (con apisonadora) | 86.06 | M ² | C\$633.53 | | | C\$54,521.59 | 0.04 | | C\$0.00 |
| Desalio de Tierra de excavacion a 1 km (carga equipo) | 19.72 | M ³ | C\$225.48 | | | C\$4,446.47 | 0 | | C\$0.00 |
| Filtro de piedra triturada (grava 2") y dren de tubo pvc | 51.52 | M ³ | C\$92.15 | | | C\$4,747.57 | 0 | | C\$0.00 |
| | 16 | C/U | C\$1,562.09 | | | C\$24,963.44 | 0.02 | | C\$0.00 |

AUTORES: GOMEZ MARADIAGA SARA T.
GONZALEZ MATAMOROS MARCUS V

[illegible]

128 | P á g i n a

| CANALES | | | | | | | | | |
|---|----------|-----|-------------|---------------|------|--|--|--|---------|
| Canal de protección (0+650-0+671.51, 0+688.05-0+794.35) | | | | | | | | | |
| Excavación (con retro-excavadora) de canales en T. Natural | 432.9 | M³ | C\$181.62 | C\$78,623.30 | 0.06 | | | | C\$0.00 |
| Relleno y compactación manual (con apisonadora) | 302.45 | M³ | C\$225.48 | C\$68,195.30 | 0.05 | | | | C\$0.00 |
| Desalbo de Tierra de excavación a 1 km (carga equipo) | 189.59 | M³ | C\$92.15 | C\$15,627.86 | 0.01 | | | | C\$0.00 |
| Concreto de 3500 PSI (con mezcladora) | 130.46 | M³ | C\$4,807.00 | C\$627,097.19 | 0.48 | | | | C\$0.00 |
| Formaleta en losa | 292.5 | M² | C\$368.42 | C\$107,762.85 | 0.08 | | | | C\$0.00 |
| Formaleta metálica en muros symons o similar | 167.7 | M² | C\$533.53 | C\$106,242.88 | 0.08 | | | | C\$0.00 |
| Canal #1 (0+096.8-0+122.35) | | | | | | | | | |
| Excavación (con retro-excavadora) de canales en T. Natural | 30.58 | M³ | C\$181.62 | C\$5,553.94 | 0 | | | | C\$0.00 |
| Concreto de 3500 PSI (con mezcladora) | 7.21 | M³ | C\$4,807.00 | C\$34,658.47 | 0.03 | | | | C\$0.00 |
| Formaleta en losa | 25.75 | M² | C\$368.42 | C\$9,486.82 | 0.01 | | | | C\$0.00 |
| Formaleta metálica en muros symons o similar | 98.88 | M² | C\$533.53 | C\$62,843.45 | 0.05 | | | | C\$0.00 |
| Relleno y compactación manual (con apisonadora) | 7.92 | M³ | C\$225.48 | C\$1,785.38 | 0 | | | | C\$0.00 |
| Desalbo de tierra de excavación a 1 km (carga equipo) | 29.46 | M³ | C\$92.15 | C\$2,714.55 | 0 | | | | C\$0.00 |
| Malla electrosoldada de acero G-70, 2.35x6m de 6"x6", 2/2 | 73.39 | M² | C\$231.96 | C\$17,022.86 | 0.01 | | | | C\$0.00 |
| Canal #2 (0+143.5-0+220.00) | | | | | | | | | |
| Excavación (con retro-excavadora) de canales en T. Natural | 412.5 | M³ | C\$181.62 | C\$74,918.25 | 0.06 | | | | C\$0.00 |
| Concreto de 3500 PSI (con mezcladora) | 70.4 | M³ | C\$4,807.00 | C\$338,412.80 | 0.26 | | | | C\$0.00 |
| Formaleta en losa | 341 | M² | C\$368.42 | C\$125,631.22 | 0.1 | | | | C\$0.00 |
| Formaleta metálica en muros symons o similar | 844.8 | M² | C\$533.53 | C\$535,206.14 | 0.42 | | | | C\$0.00 |
| Relleno y compactación manual (con apisonadora) | 89.8 | M³ | C\$225.48 | C\$19,346.18 | 0.02 | | | | C\$0.00 |
| Desalbo de Tierra de excavación a 1 km (carga equipo) | 424.71 | M³ | C\$92.15 | C\$39,137.03 | 0.03 | | | | C\$0.00 |
| Malla electrosoldada de acero G-70, 2.35x6m de 6"x6", 2/2 | 748 | M² | C\$231.96 | C\$173,506.08 | 0.14 | | | | C\$0.00 |
| Acero de Refuerzo G-40 (Alistar Armar y Colocar) | 218.97 | LBS | C\$27.17 | C\$5,895.13 | 0 | | | | C\$0.00 |
| Acero Estructural con perfiles y cajas (A-36)(Pintado) | 21828.53 | LBS | C\$38.61 | C\$831,216.62 | 0.65 | | | | C\$0.00 |
| CAUCE DE CONCRETO REFORZADO (0+800) | | | | | | | | | |
| MOVIMIENTO DE TIERRA CAUSE O TRAMPA DE BASURA | | | | | | | | | |
| CORTES Y RELLENOS | | | | | | | | | |
| Excavación (con retro-excavadora) en forma de zanja en T. Natural | 1547.36 | M³ | C\$181.62 | C\$281,031.83 | 0.22 | | | | C\$0.00 |
| Relleno y compactación manual (con apisonadora) | 5.81 | M³ | C\$225.48 | C\$1,309.59 | 0 | | | | C\$0.00 |
| Desalbo de tierra de excavación a 1 km (carga equipo) | 2004.02 | M³ | C\$92.15 | C\$184,670.43 | 0.14 | | | | C\$0.00 |
| CAIDAS | | | | | | | | | |
| CONCRETO CICLOPEO PARA LOSA DE CAIDA | | | | | | | | | |
| Concreto ciclopeo de 3000 PSI 70 % concreto + 30% piedra bolon | 47.52 | M³ | C\$4,544.01 | C\$215,931.36 | 0.17 | | | | C\$0.00 |
| CONCRETO REFORZADO PARA MARCO DE PROTECCION | | | | | | | | | |
| Concreto de 3500 PSI (con mezcladora) | 7.96 | M³ | C\$4,807.00 | C\$38,282.95 | 0.03 | | | | C\$0.00 |
| Acero de refuerzo G-40 menor al #4 (alistar armar y colcar) | 857.99 | LBS | C\$27.17 | C\$23,311.57 | 0.02 | | | | C\$0.00 |
| Formaleta en losa | 13.2 | M² | C\$368.42 | C\$4,863.14 | 0 | | | | C\$0.00 |

AUTORES: GOMEZ MARADIAGA SARA T.

GONZALEZ MATAMOROS MARCUS V

MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO - VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.

| | | | | | | | | | |
|---|---------|---|-----------|---|---------|---|---------------|------|-------------|
| 0 | C\$0.00 | 0 | 432.90 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$78,623.30 | 0.06 | C\$0.00 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 302.45 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$68,195.30 | 0.05 | C\$72.65 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 169.59 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$15,627.86 | 0.01 | C\$90.19 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 130.46 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$627,097.19 | 0.49 | C\$36.86 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 292.50 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$107,792.85 | 0.08 | C\$1,922.80 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 167.70 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$106,242.98 | 0.08 | C\$147.37 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | | | C\$0.00 | 0 | C\$5,953.94 | 0 | C\$253.41 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 30.58 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$34,658.47 | 0.03 | C\$0.00 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 7.21 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$9,488.82 | 0.01 | C\$72.65 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 25.75 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$62,643.45 | 0.05 | C\$1,922.80 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 98.88 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$1,785.38 | 0 | C\$147.37 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 7.92 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$2,714.55 | 0 | C\$253.41 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 29.46 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$17,022.98 | 0.01 | C\$90.19 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 73.39 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$74,918.25 | 0.06 | C\$36.86 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 412.50 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$338,412.80 | 0.26 | C\$92.78 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 70.40 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$125,831.22 | 0.1 | C\$0.00 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 341.00 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$535,208.14 | 0.42 | C\$72.65 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 844.80 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$19,346.18 | 0.02 | C\$147.37 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 85.80 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$39,137.03 | 0.03 | C\$253.41 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 424.71 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$173,508.08 | 0.14 | C\$90.19 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 748.00 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$5,895.13 | 0 | C\$36.86 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 216.97 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$831,216.82 | 0.65 | C\$92.78 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 21,528.53 | 0 | C\$0.00 | 0 | | | C\$10.87 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | | | C\$0.00 | 0 | | | C\$15.44 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | | | C\$0.00 | 0 | | | C\$0.00 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | | | C\$0.00 | 0 | | | C\$0.00 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 1,547.36 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$281,031.83 | 0.22 | C\$0.00 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 5.81 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$1,309.59 | 0 | C\$72.65 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 2,004.02 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$184,670.43 | 0.14 | C\$90.19 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | | | C\$0.00 | 0 | | | C\$36.86 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | | | C\$0.00 | 0 | | | C\$0.00 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 47.52 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$215,931.36 | 0.17 | C\$0.00 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 7.96 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$38,282.95 | 0.03 | C\$1,817.60 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 857.98 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$23,311.57 | 0.02 | C\$0.00 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | 13.20 | 0 | C\$0.00 | 0 | C\$4,863.14 | 0 | C\$1,922.80 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | | | C\$0.00 | 0 | | | C\$10.87 |
| 0 | C\$0.00 | 0 | | | C\$0.00 | 0 | | | C\$147.37 |

AUTORES: GOMEZ MARADIAGA SARA T.
GONZALEZ MATAMOROS MARCUS V

| TUNELES HIDRAULICOS | | | | | | | | | |
|--|----------|-----|---------------|-----------------|--------|--|--|--|---------|
| Caja tunel # 1 (0+285.38-0+788.51) | | | | | | | | | |
| Excavacion (con retro-excavadora) en forma de zanja en T. Natural | 1100 | M² | C\$181.82 | C\$189,782.00 | 0.16 | | | | C\$0.00 |
| Desalbo de tierra de excavacion a 1 km (carga equipo) | 917.39 | M² | C\$92.15 | C\$84,537.75 | 0.07 | | | | C\$0.00 |
| Relleno y compactacion manual (con apisonadora) | 394.31 | M² | C\$225.48 | C\$88,909.73 | 0.07 | | | | C\$0.00 |
| Malla electrosoldada de acero G-70, 2.35x 6m de 6"x6", 2/2 | 223.68 | M² | C\$231.98 | C\$518,126.64 | 0.4 | | | | C\$0.00 |
| Formaleta en losa | 736.1 | M² | C\$368.42 | C\$271,192.12 | 0.21 | | | | C\$0.00 |
| Formaleta Metalica en muros Symons o similar | 1807.28 | M² | C\$633.53 | C\$1,144,864.32 | 0.89 | | | | C\$0.00 |
| Concreto de 3500 PSI (con mezcladora) | 141.47 | M³ | C\$4,807.00 | C\$680,052.06 | 0.53 | | | | C\$0.00 |
| Caja tunel #2 (0+310-0+303.15) | | | | | | | | | |
| Excavacion (con retro-excavadora) en forma de zanja en T. Natural | 768.67 | M² | C\$181.82 | C\$139,605.85 | 0.11 | | | | C\$0.00 |
| Desalbo de tierra de excavacion a 1 km (carga equipo) | 559.76 | M² | C\$92.15 | C\$51,582.01 | 0.04 | | | | C\$0.00 |
| Relleno y compactacion manual (con apisonadora) | 338.08 | M² | C\$225.48 | C\$76,231.25 | 0.06 | | | | C\$0.00 |
| Malla electrosoldada de acero G-70, 2.35x 6m de 6"x6", 2/2 | 1722.63 | M² | C\$231.98 | C\$399,580.78 | 0.31 | | | | C\$0.00 |
| Formaleta en losa | 531.97 | M² | C\$368.42 | C\$195,987.10 | 0.15 | | | | C\$0.00 |
| Formaleta Metalica en muros Symons o similar | 1522.84 | M² | C\$633.53 | C\$964,764.19 | 0.75 | | | | C\$0.00 |
| Concreto de 3500 PSI (con mezcladora) | 152.28 | M³ | C\$4,807.00 | C\$732,028.71 | 0.57 | | | | C\$0.00 |
| Caja Tunel #3 (0+805.35-0+900) | | | | | | | | | |
| Excavacion (con retro-excavadora) en forma de zanja en T. Natural | 157.83 | M² | C\$181.82 | C\$28,665.08 | 0.02 | | | | C\$0.00 |
| Desalbo de tierra de excavacion a 1 km (carga equipo) | 116.88 | M² | C\$92.15 | C\$10,771.80 | 0.01 | | | | C\$0.00 |
| Relleno y compactacion manual (con apisonadora) | 67.91 | M² | C\$225.48 | C\$15,312.66 | 0.01 | | | | C\$0.00 |
| Malla electrosoldada de acero G-70, 2.35x 6m de 6"x6", 2/2 | 350.21 | M² | C\$231.98 | C\$81,233.55 | 0.06 | | | | C\$0.00 |
| Formaleta en losa | 108.85 | M² | C\$368.42 | C\$40,101.60 | 0.03 | | | | C\$0.00 |
| Formaleta Metalica en muros Symons o similar | 302.88 | M² | C\$633.53 | C\$191,883.57 | 0.015 | | | | C\$0.00 |
| Concreto de 3500 PSI (con mezcladora) | 30.28 | M³ | C\$4,807.00 | C\$145,594.42 | 0.11 | | | | C\$0.00 |
| CARPETA DE RODAMIENTO | | | | | | | | | |
| CONCRETO HIDRAULICO | | | | C\$89694,547.59 | 69.9 | | | | C\$0.00 |
| PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO MR-42 KG/CM2 ESP. 18 CM (FIBRA , BORDILLO INTEGRADO, CORTADO, SELLADO) INCLUYE REPLANTEO TOPOGRAFICO, MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO Y LIMPIEZA FINAL DE SITIO. | 22546.86 | M² | C\$917.70 | C\$20691,253.42 | 16.13% | | | | C\$0.00 |
| PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO MR-42 KG/CM2 ESP. 15 CM (FIBRA , BORDILLO INTEGRADO, CORTADO, SELLADO) INCLUYE REPLANTEO TOPOGRAFICO, MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO Y LIMPIEZA FINAL DE SITIO. | 75302.82 | M² | C\$829.01 | C\$62426,790.81 | 48.65 | | | | C\$0.00 |
| CONTROL DE LA CALIDAD DE LAS OBRAS (CONCRETO, BASE, RELLENOS) | 1 | GLB | C\$432,215.67 | C\$432,215.67 | 0.34 | | | | C\$0.00 |

AUTORES: GOMEZ MARADIAGA SARA T.
GONZALEZ MATAMOROS MARCUS V

[illegible]

132 | P á g i n a

| | | | | | | | |
|--|---------|-----|-------------|----------------|------|--|---------|
| CUNETAS, ANDENES Y BORDILLOS | | | | | | | |
| ANDENES DE CONCRETO | | | | | | | |
| ANDEN DE CONCRETO DE 3000 PSI DE 3" COLOR NATURAL CORTADO Y SELLADO (INC.FORMALETA) 1.20 M ANCHO | | | | | | | |
| SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL | 10916.1 | MP | C\$520.19 | C\$5678.384.04 | 4.43 | | C\$0.00 |
| SEÑALIZACION HORIZONTAL | | | | | | | |
| PINTURA DE LA LINEA 10 CM CONTINUA (TIPO TRAFICO) | 4484 | ML | C\$18.51 | C\$82.988.84 | 0.06 | | C\$0.00 |
| PINTURA DE LA LINEA DISCONTINUA 10 CM CONTINUA (TIPO TRAFICO) | 500 | ML | C\$14.86 | C\$7.330.00 | 0.01 | | C\$0.00 |
| PINTURA EN CUNETAS Y BORDILLOS | 1200 | ML | C\$52.05 | C\$62.460.00 | 0.05 | | C\$0.00 |
| PINTURA DE SIMBOLOGIA DE PAVIMENTOS | 581.87 | M² | C\$223.84 | C\$130.129.41 | 0.1 | | C\$0.00 |
| SEÑALIZACION VERTICAL | | | | | | | |
| SEÑAL PREVENTIVA MIN DE 47x71 CM CON PEDESTAL DE CONCRETO DE 3000 PSI | 60 | C/U | C\$3.049.59 | C\$182.975.40 | 0.14 | | C\$0.00 |

[illegible]

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------------------|-----|-----------------|------|-----------------|-------|-----------------|-------|------------------|-------|
| SUB-TOTAL ANTES DE IVA | C\$128309,547.18 | 100 | C\$951,867.60 | 7.44 | C\$2000,608.62 | 15.59 | C\$29552,466.22 | 23.03 | C\$98757,080.96 | 76.97 |
| IVA | C\$19246,432.08 | | C\$1432,778.64 | | C\$3000,091.29 | | C\$4432,869.93 | | C\$14813,562.14 | |
| COSTO TOTAL CON IVA | C\$147555,979.26 | | C\$10884,636.24 | | C\$23000,699.91 | | C\$33988,336.16 | | C\$113670,643.10 | |
| COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA | C\$229,261.44 | | | | | | | | | |
| COSTO TOTAL + MANO DE OBRA | C\$147785,240.70 | | | | | | | | | |

| | | | | |
|---|--|--|--|-------------------------------|
| POR EL CONTRATISTA ING. SANTIAGO ARTURO CHAVEZ SEQUIERA | | REVISADO POR AERQ. GABRIELA CIENFUEGOS | AUTORIZADO ING. JAVIER FRANCISCO MONTALVAN | VO. BO. ING. FERNANDO PALMA |
| GERENTE DE PROYECTOS | | ASESORA DIRECCION GENERAL DE PROYECTOS | SUPERVISOR DE PROYECTOS | DIRECTOR GENERAL DE PROYECTOS |

**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

**Etapas preliminares del proyecto pista larreynaga I etapa: 22 de junio del
2015**

Anexo 1



Anexo 2



**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

ANEXO 3



ANEXO 4



ANEXO 5



**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

ANEXO 6



ANEXO 7



ANEXO 8



ANEXO 9



ANEXO 10



ANEXO 11



**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

ANEXO 12



ANEXO 13



ANEXO 14



ANEXO 15



ANEXO 16



ANEXO 17



**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

ANEXO 18



ANEXO 19



ANEXO 20



ANEXO 21



**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

**Equipos utilizados en el proyecto pista larreynaga I etapa: 15 de julio del
2015**

ANEXO 22



ANEXO 23



ANEXO 24



ANEXO 25

ANEXO 26



ANEXO 27



ANEXO 28



**Comentarios: Módulo que se utiliza en el Proyecto Pista Larreynaga en el
mes de julio.**

**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

ANEXO 29



ANEXO 30



Comentarios: Calle Finalizadas a nivel de base de Est. 0+480 a Est. 0+640

ANEXO 31



ANEXO 32



Comentarios: Pruebas de Terracería en Est. 0+480 a Est. 0+640

ANEXO 33



ANEXO 34



**Comentarios : Construcción de muro de retención en banda sur del Est.
0+480 a Est.0+640**

**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

ANEXO 35



ANEXO 36



Comentarios : Cajas de Concreto que se llevaron del xolotlán y que no se utilizaron porque se dañaron en el izaje

ANEXO 37

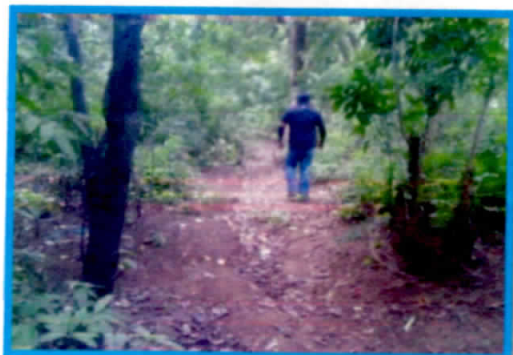


ANEXO 38



Comentarios : Drenaje de aguas residuales de planta de tratamiento de Urb. El Doral, a través de formación de nuevo asentamiento en el sector.

ANEXO 39



ANEXO 40



**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

Comentarios: Solicito revisión de ubicación de Caja cruce #7 en Est.0+798, la que atraviesa propiedades de pobladores que están vendiendo lotes y se está creando un asentamiento.

ANEXO 41



ANEXO 42



Comentarios: Material (Hormigón) con sobre-tamaño que se apartó, ya que vino en porcentaje alto.

Supervisión del proyecto: 01 de agosto del 2015

ANEXO 43



ANEXO 44



**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

ANEXO 45



ANEXO 46



Comentarios : movimiento de tierras en la I etapa.

ANEXO 47



ANEXO 48



Comentarios: Tuberías y Manjolé en medio de la pista a construir, se sellaran según el avance de la obra.

ANEXO 49



ANEXO 50



Comentarios: Formaletas, pista 1 etapa.

**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

ANEXO 51



ANEXO 52



Comentarios : Cercha y secado del concreto.

Avances de la I etapa del proyecto: 02 de septiembre del 2015

ANEXO 53



ANEXO 54



Comentarios : Ilorones

**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

ANEXO 51



ANEXO 52



Comentarios : Cercha y secado del concreto.

Avances de la I etapa del proyecto: 02 de septiembre del 2015

ANEXO 53



ANEXO 54



Comentarios : Ilorones

ANEXO 55



Comentarios: Estación Total y canal provisional para el desvío de agua

ANEXO 56



ANEXO 57



Comentarios: Corte de losa y bomba de enacal donde rellenan las cisternas.

ANEXO 58



**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

ANEXO 59

ANEXO 60



Comentarios : Banco de materiales Los Martínez 08 septiembre

ANEXO 61



Cajas de mallas y alambres de acero para canales

ANEXO 62

ANEXO 63



**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

ANEXO 64



Comentarios: Imprevistos en la obra causados por lluvias. 09 septiembre

ANEXO 65



ANEXO 66



Comentarios : Limpieza de estragos causados por las lluvias. 10 septiembre

**MANUAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA PAVIMENTO DE CARRETERAS DE CONCRETO
HIDRAULICO UTILIZANDO LA PISTA LARREYNAGA
(TRAMO MERCADO MAYOREO – VILLA DIGNIDAD) COMO MODELO.**

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua

ANEXO 67



**Comentarios: Chorreado del concreto en las canales de desagüe 18
septiembre .**

ANEXO 68



ANEXO 69



**Comentarios: Chorreado de concreto en canales de mallas de acero. 22
Septiembre**

ANEXO 70



Comentarios: Formateado de cunetas

ANEXO 71



ANEXO 72



Comentarios: Movimiento de postes de tendido eléctrico. 24 septiembre